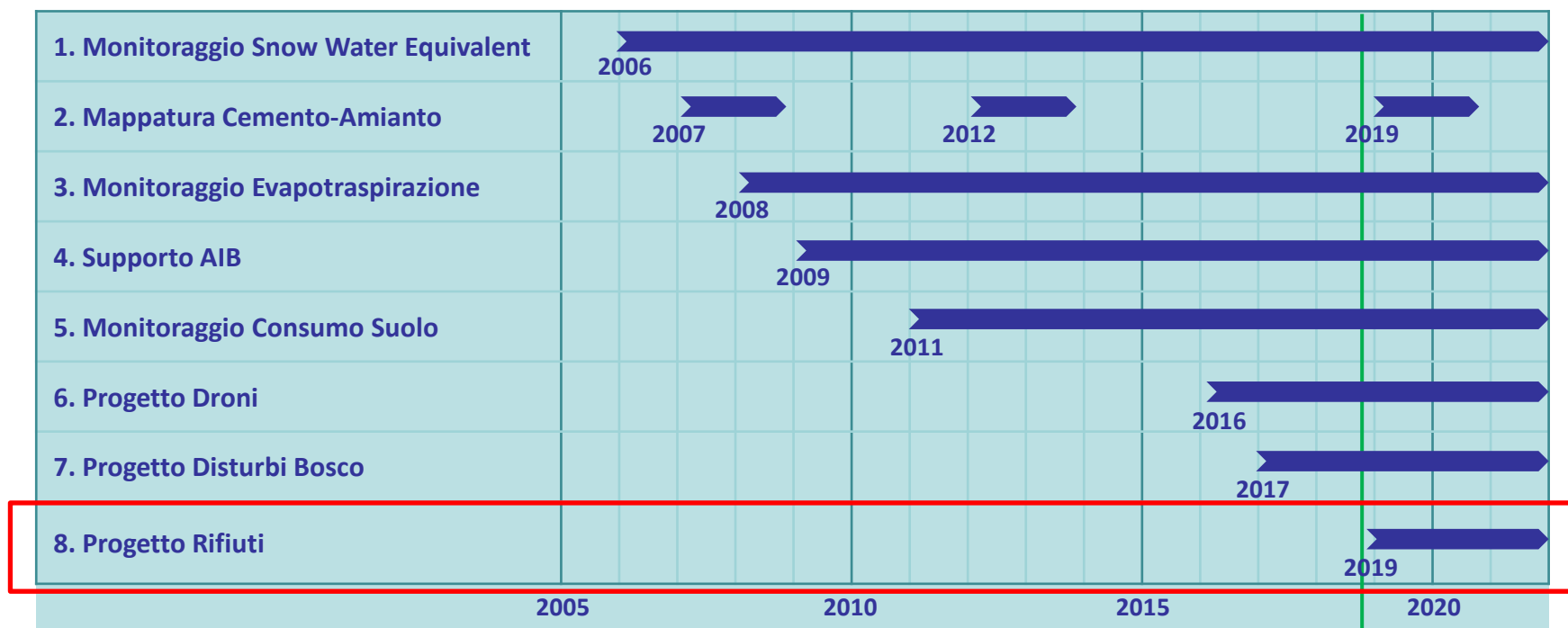


**Workshop del Forum Nazionale degli Utenti Copernicus  
Monitoraggi e controlli ambientali  
Roma, 18/10/2018**

# **Uso dell'Osservazione Terrestre in ARPA Lombardia**

**Enrico Zini, Giuseppe Sgorbati**  
ARPA Lombardia

## Principali progetti e servizi di Osservazione della Terra sviluppati in ARPA Lombardia

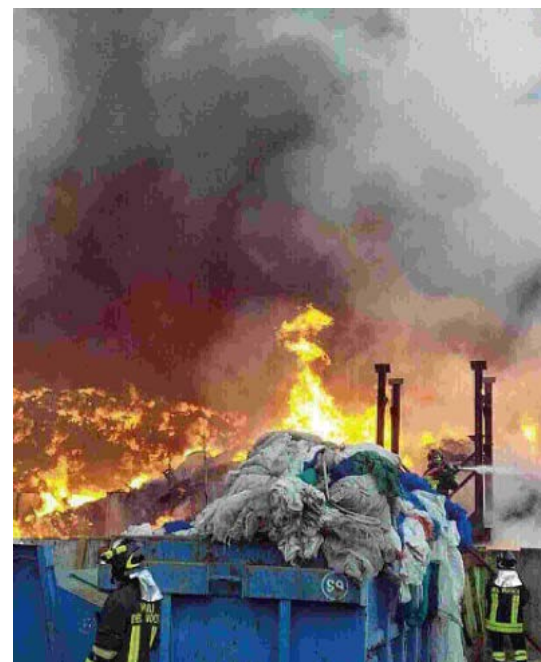


- Dal 2017 ad oggi sono emersi in Lombardia diverse decine di casi di gestione illegale di rifiuti. Alcuni di questi casi sono stati scoperti a seguito di incendi dolosi.
- La Direzione Tecnico-Scientifica di ARPA Lombardia ha condotto uno studio su diversi casi di gestione illegale di rifiuti emersi a seguito di ispezioni dei Carabinieri, di ARPA o di incendi.
- Lo studio si è basato sull'analisi di immagini ad alta risoluzione da satellite e da aereo sia recenti che storiche, sulla consultazione di basi informative del Sistema Regione e di altre fonti di tipo "non convenzionale" come i contatori elettrici cessati.
- Lo studio ha dimostrato che la maggior parte delle situazioni di gestione illegale dei rifiuti possono essere individuate attraverso le tecnologie di Osservazione della Terra e di Geospatial Intelligence.

# Analisi retrospettiva: esempi

## Incendio in impianto di trattamento rifiuti autorizzato

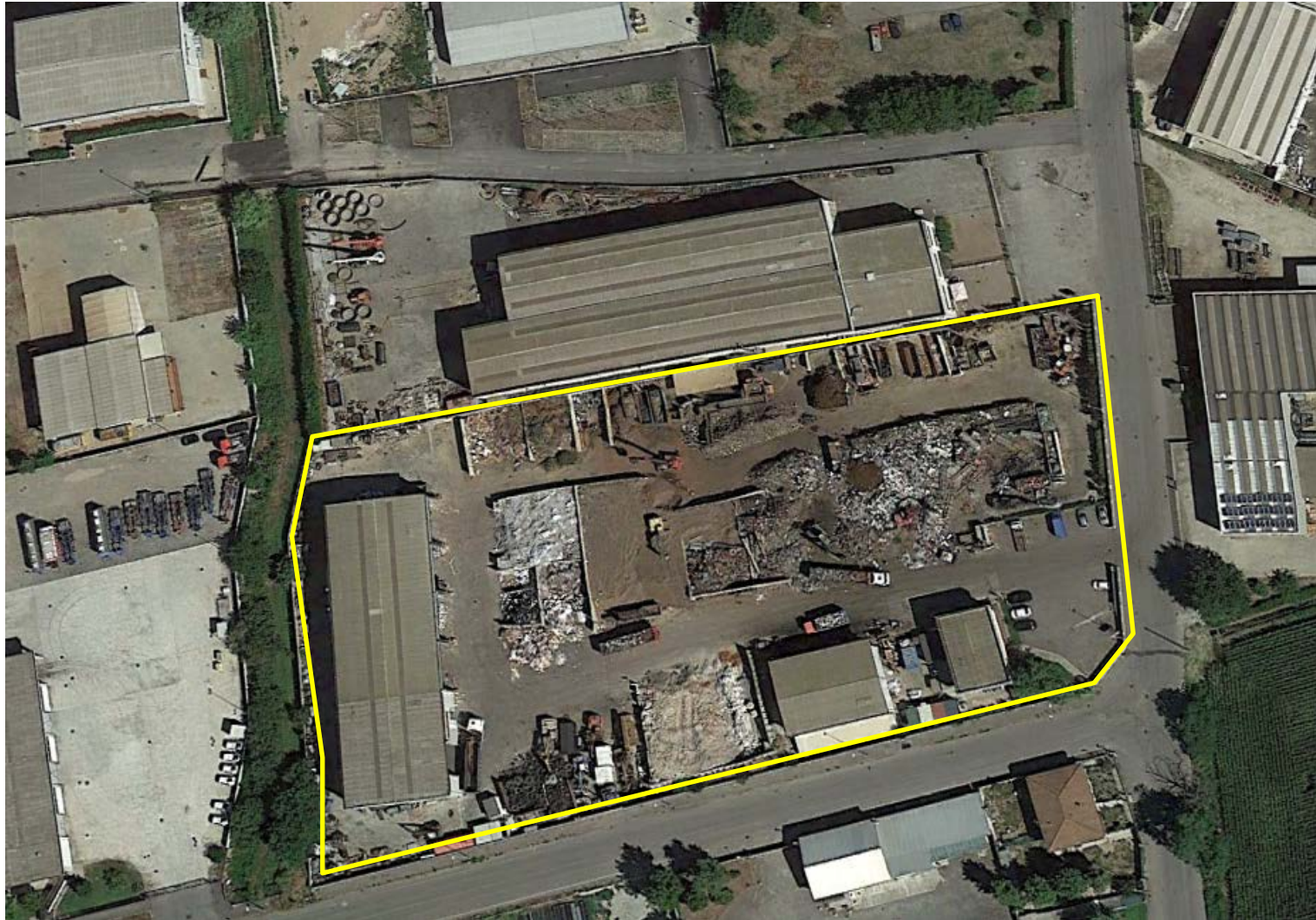
Un impianto di trattamento rifiuti ha preso fuoco il 06/09/2017. L'analisi delle immagini da satellite e da aereo storiche ha confermato che i rifiuti accumulati erano rapidamente aumentati negli ultimi anni fino a superare palesemente i quantitativi autorizzati.





# Analisi retrospettiva: esempi

## Incendio in impianto di trattamento rifiuti autorizzato

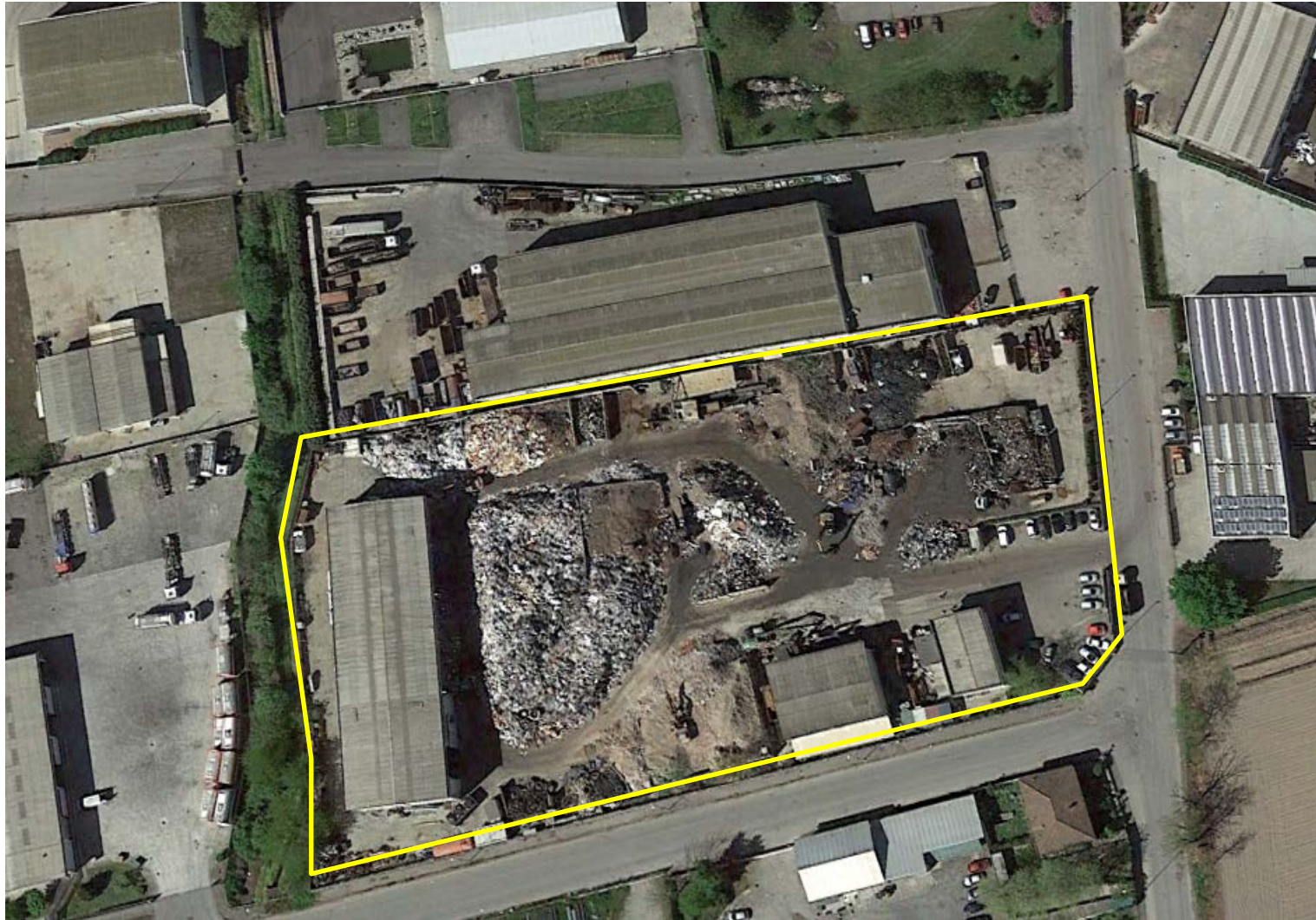


Data: 10/08/2013, fonte: Google Earth



# Analisi retrospettiva: esempi

## Incendio in impianto di trattamento rifiuti autorizzato

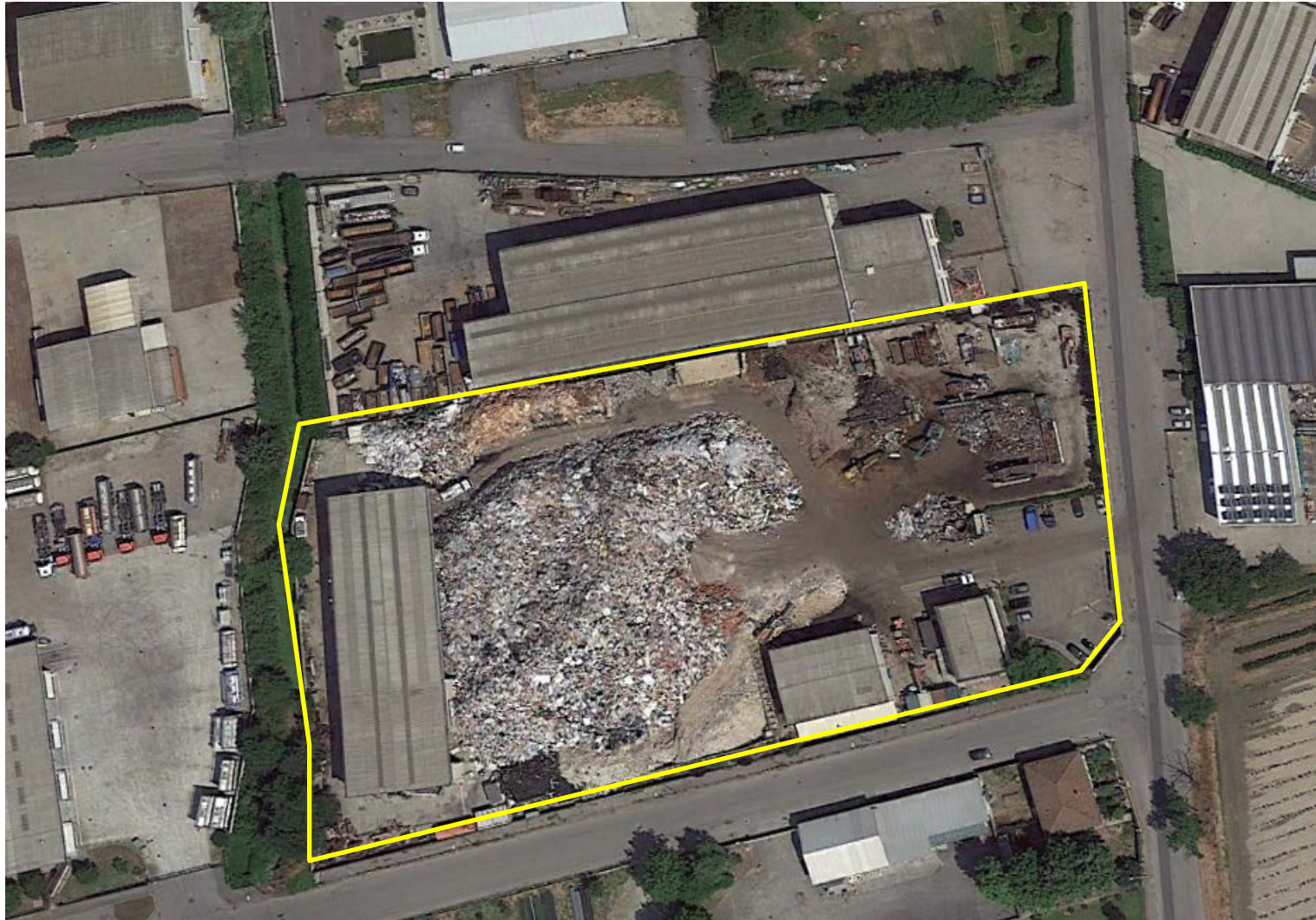


Data: 14/04/2016, fonte: Google Earth



# Analisi retrospettiva: esempio

## Incendio in impianto di trattamento rifiuti autorizzato



Data: 10/06/2017, fonte: Google Earth

# Analisi retrospettiva: esempi

## Incendio in un capannone abbandonato

Un capannone di 2000 m<sup>2</sup> illegalmente riempito di rifiuti plastici è andato a fuoco nella notte del 03/01/2018. Il capannone era abbandonato da alcuni anni ma diversi cittadini avevano notato movimenti di automezzi.



Il capannone prima dell'incendio (source: Google StreetView)



Il capannone a fuoco



# Analisi retrospettiva: esempi

## Incendio in un capannone abbandonato



Data: 26/03/2016 (fonte: Google Earth). Il capannone è abbandonato (non ci sono veicoli parcheggiati, l'area antistante è coperta d'erba) ma ci sono tracce di pneumatici e mucchi di rifiuti.



# Analisi retrospettiva: esempi

## Incendio in un capannone abbandonato



Data: 26/03/2016 (fonte: Google Earth). Il capannone è abbandonato (non ci sono veicoli parcheggiati, l'area antistante è coperta d'erba) ma ci sono tracce di pneumatici e mucchi di rifiuti.



# Analisi retrospettiva: esempi

## Incendio in un capannone abbandonato



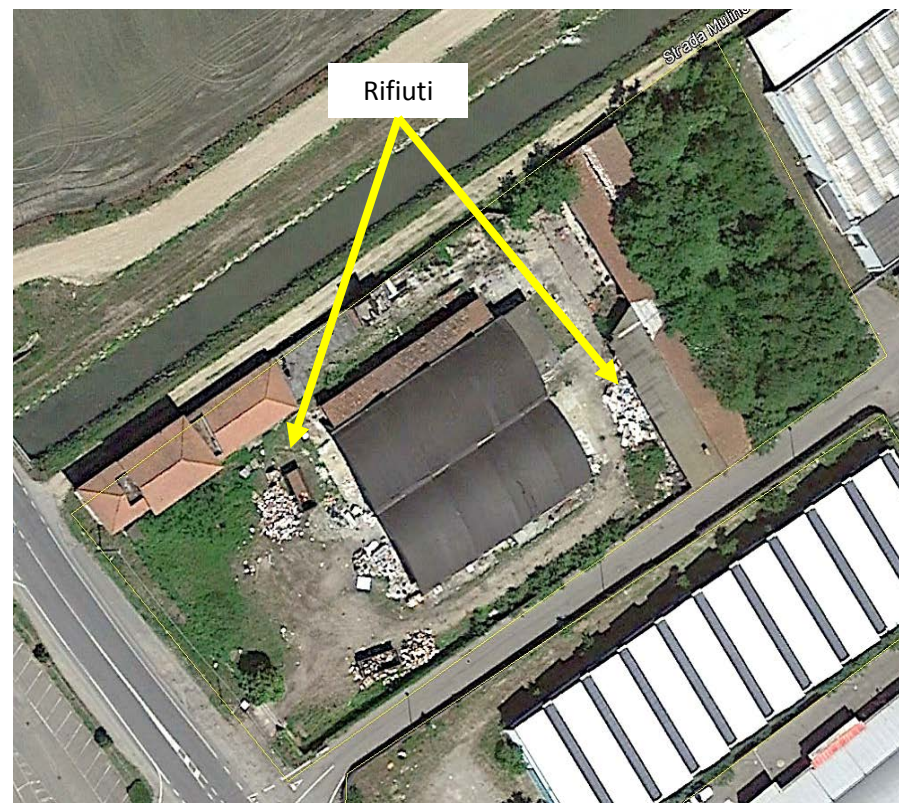
Data: 26/03/2016 (fonte: Google Earth). Il capannone è abbandonato (non ci sono veicoli parcheggiati, l'area antistante è coperta d'erba) ma ci sono tracce di pneumatici e mucchi di rifiuti.



## Capannoni abbandonati



Data: 23/03/2018 (fonte: Google Earth).



Data: 23/03/2018 (fonte: Google Earth).



# Analisi retrospettiva: esempi

Capannone attivo con presenza non autorizzata di rifiuti



Data: 21/05/2017 (fonte: Google Earth).



Discarica abusiva contenente rifiuti pericolosi, sequestrata nel febbraio 2018



Data: 23/03/2018 (fonte: Google Earth).



Data: 10/01/2002 (fonte: Google Earth).



# Analisi retrospettiva: esempi

## Discarica abusiva

Piano di Governo del Territorio vigente dal 2009

### PGT

#### AMBITO DI TRASFORMAZIONE PREVALENTEMENTE PRODUTTIVO ATP\_2

#### INDICE

1.	AMBITI DI TRASFORMAZIONE: DEFINIZIONE ED ELENCO	2
2.	AMBITI DI TRASFORMAZIONE: CRITERI PER L'ATTUAZIONE (SCHEDE DEL DOCUMENTO DI PIANO)	3
2.1.	GENERALITÀ	3
2.2.	PARAMETRAZIONE DELLE AREE PER SERVIZI E MONETIZZAZIONE	3
3.	AMBITI DELLA CITTÀ DA TRASFORMARE PREVALENTEMENTE PRODUTTIVI – ATP	3
3.1.	INDICAZIONI GENERALI	3
3.1.1.	MODALITÀ, DESTINAZIONE D'USO	3
3.1.2.	PEREQUAZIONE	3
3.1.3.	EDIFICABILITÀ	3
3.2.	SCHEDE PER L'ATTUAZIONE DEGLI AMBITI DI TRASFORMAZIONE PREVALENTEMENTE PRODUTTIVI – ATP	3
3.2.1.	ATP2	3
4.	ALLEGATO 1: ELENCO DELLE TIPOLOGIE	14
4.1.	TIPOLOGIE PRODUTTIVE E COMMERCIALI	14
4.1.1.	ELENCO DELLE TIPOLOGIE PRODUTTIVE E COMMERCIALI	14
4.1.2.	SCHEMI DELLE TIPOLOGIE PRODUTTIVE E COMMERCIALI	15
Figura 1.	Schema dei prospetti delle tipologie D ed F: Capannoni+uffici (e/o abitazione) accostati	15
Figura 2.	Schema delle sezioni delle tipologie D ed F: Capannoni+uffici (e/o abitazione) accostati	15
Figura 3.	Schema dei prospetti delle tipologie A, B, C ed E: Capannoni+uffici (e/o abitazione) isolati o separati	15
Figura 4.	TIPOLOGIA B – Capannoni+uffici (e/o abitazione) separati: SEZIONI	15



Ripresa fotografica zenitale

#### 2. Stato di fatto

L'area è attualmente usata come spazio di servizio alle attività produttive esistenti. Essa conferma le indicazioni del PRG vigente.

#### 3. Obiettivi

- Formazione di un centro produttivo ben attrezzato e di qualità

#### Stato di fatto

L'area è attualmente usata come spazio di servizio alle attività produttive esistenti. Essa conferma le indicazioni del PRG vigente.

- del minor consumo di suolo, mediante la concentrazione delle nuove aree produttive in un unico polo artigianale
- dell'integrazione con il contesto produttivo esistente
- di un corretto rapporto con la viabilità esistente di carattere provinciale
- salvaguardia delle presenze naturalistiche esistenti, quali canali e rogge

#### 5. Realizzazione di servizi

Obbligo di completa dotazione delle reti tecnologiche, da garantire con le necessarie opere di adeguamento o di nuovo impianto.

Realizzazione di:

- strade interne di servizio

## Rifiuti pericolosi sepolti illegalmente

- I Carabinieri dei NOE hanno chiesto ad ARPA Lombardia se era possibile individuare tramite l'Osservazione della Terra la posizione in cui, secondo fonti informative riservate, sarebbero stati interrati dei rifiuti.
- Dalla analisi delle immagini e della cartografia storica è emersa la presenza di una cava che è poi stata colmata e la superficie è stata ripristinata a terreno agricolo.
- ARPA ha inoltre realizzato un apposito rilievo aereo con scanner multispettrale per mettere in evidenza anomalie della superficie del terreno agricolo riconducibili all'interramento dei rifiuti.

# Analisi retrospettiva: esempi

## Rifiuti pericolosi sepolti illegalmente



Data: 1975 (fonte: Regione Lombardia). La situazione prima dell'apertura della cava.



# Analisi retrospettiva: esempi

## Rifiuti pericolosi sepolti illegalmente



Data: 1999 (fonte: Regione Lombardia). L'inizio dell'attività estrattiva.

# Analisi retrospettiva: esempi

## Rifiuti pericolosi sepolti illegalmente



Data: 2007 (fonte: Regione Lombardia). L'attività estrattiva in corso.



# Analisi retrospettiva: esempi

## Rifiuti pericolosi sepolti illegalmente



Il SIARL conferma che la particella è stata dichiarata a riposo nel 2011 e coltivata a mais nel 2012.

Data: 2012 (fonte: Regione Lombardia). L'area della cava è stata completamente ripristinata.

# Analisi retrospettiva: esempi

## Rifiuti pericolosi sepolti illegalmente



Nella zona dove si trovava la cava la vegetazione presenta ancora delle anomalie spettrali (la linea punteggiata separa due diverse immagini).

Data: 17/11/2017. Rilievo aereo con scanner multispettrale eseguito da ARPA.  
Immagine infrarosso falso colore.



- I droni sono perfettamente complementari ai satelliti e agli aerei perché, in aree limitate, possono fornire immagini ad altissima risoluzione (< 5 cm) permettendo di:
  - discriminare differenti tipologie di rifiuti;
  - stimare con grande accuratezza altezze e volumi dei rifiuti;
  - rilevare anomalie termiche causate da emissione di biogas, percolato,...
- ARPA Lombardia ha avviato nel 2016 il progetto DRONI con lo scopo di acquisire tutte le conoscenze e gli strumenti necessari per utilizzare autonomamente i droni nelle attività di monitoraggio e controllo. Sono stati formati 6 piloti di droni.

## La flotta di droni di ARPA Lombardia

### Multirotori



Facilità di trasporto



Intercambiabilità dei sensori



Ispezione in interni e in zone inaccessibili/pericolose

### Ala fissa



Inoffensività



Grande autonomia

# L'uso dei droni: esempi

## Controllo in impianto di trattamento rifiuti



Data: 23/03/2018 (fonte: Google Earth).



# L'uso dei droni: esempi

## Controllo in impianto di trattamento rifiuti



Data: 23/03/2018 (fonte: Google Earth).



# L'uso dei droni: esempi

## Controllo in impianto di trattamento rifiuti



Lo stesso precedente dettaglio acquisito da un drone di ARPA con risoluzione 1 cm.



# L'uso dei droni: esempi

## Controllo in impianto di trattamento rifiuti



Lo stesso precedente dettaglio acquisito da un drone di ARPA con risoluzione 1 cm.



# L'uso dei droni: esempi

## Controllo in impianto di trattamento rifiuti

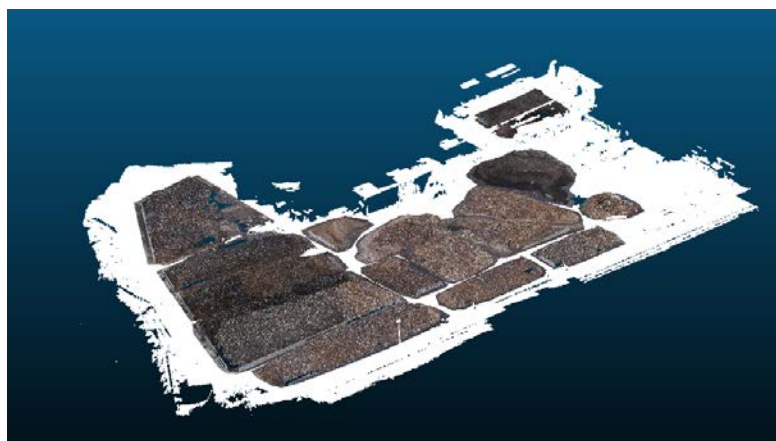


Lo stesso precedente dettaglio acquisito da un drone di ARPA con risoluzione 1 cm.



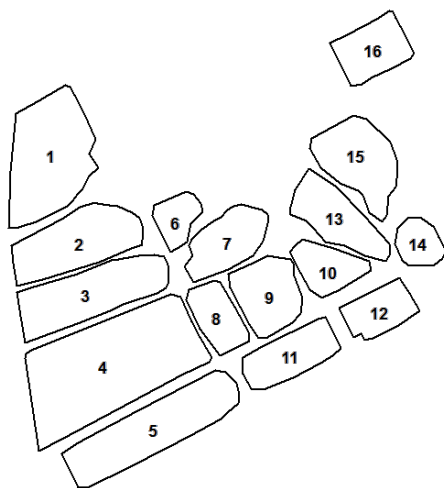
# L'uso dei droni: esempi

## Controllo in impianto di trattamento rifiuti



## Calcolo dei volumi e stima degli errori

N° Cumulo	Superficie (m <sup>2</sup> )	Volume (m <sup>3</sup> )	Errore (m <sup>3</sup> )	Errore (%)
1	7.665	62.777	± 475	± 0,8%
2	5.584	54.956	± 346	± 0,6%
3	6.022	45.125	± 373	± 0,8%
4	13.351	132.628	± 828	± 0,6%
5	7.213	53.924	± 447	± 0,8%
6	1.591	4.101	± 99	± 2,4%
7	3.383	10.703	± 210	± 2,0%
8	2.372	13.824	± 147	± 1,1%
9	3.658	20.083	± 227	± 1,1%
10	2.355	10.896	± 146	± 1,3%
11	3.332	17.784	± 207	± 1,2%
12	2.408	13.936	± 149	± 1,1%
13	3.722	12.591	± 231	± 1,8%
14	1.585	3.808	± 98	± 2,6%
15	4.599	23.876	± 285	± 1,2%
16	3.063	15.279	± 190	± 1,2%
<b>Totale</b>	<b>71.903</b>	<b>496.291</b>	<b>±4.458</b>	<b>± 0,9%</b>



Per i grandi impianti di trattamento rifiuti come quello in esempio, i droni sono l'unico strumento in grado di fornire una stima accurata dei volumi dei rifiuti accumulati.

# L'uso dei droni: esempi

## Abbandono di terre da scavo e macerie



Data: 12/03/2015  
(Fonte: Google Earth)



Data: 26/03/2016  
(Fonte: Google Earth)

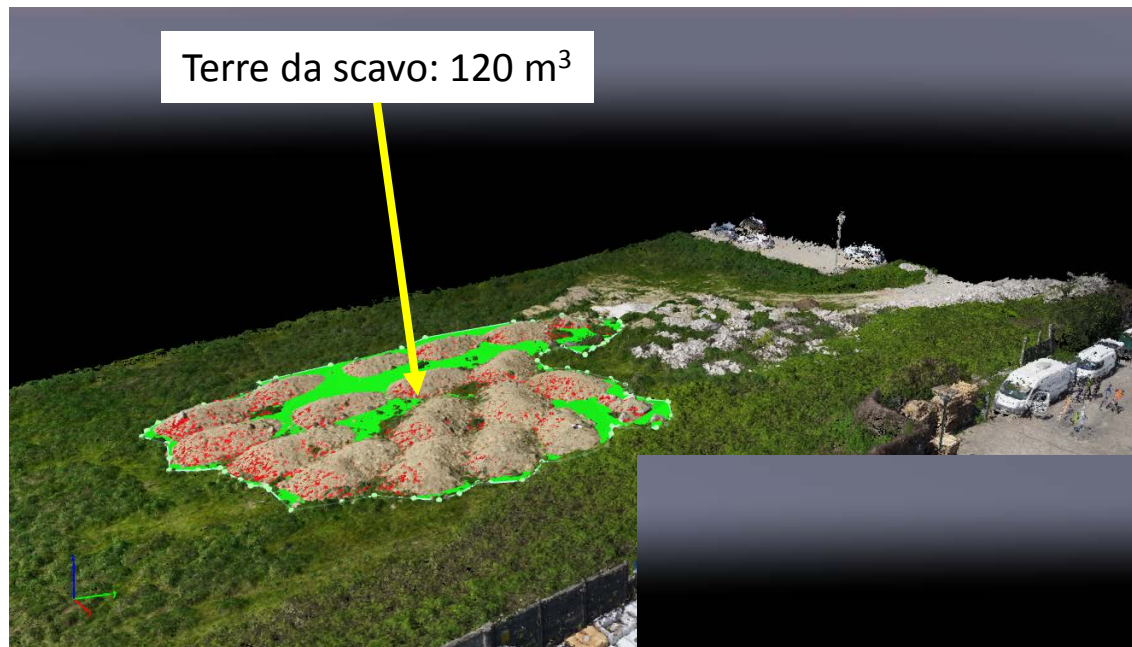


Data: 13/04/2018  
(Fonte: Google Earth)

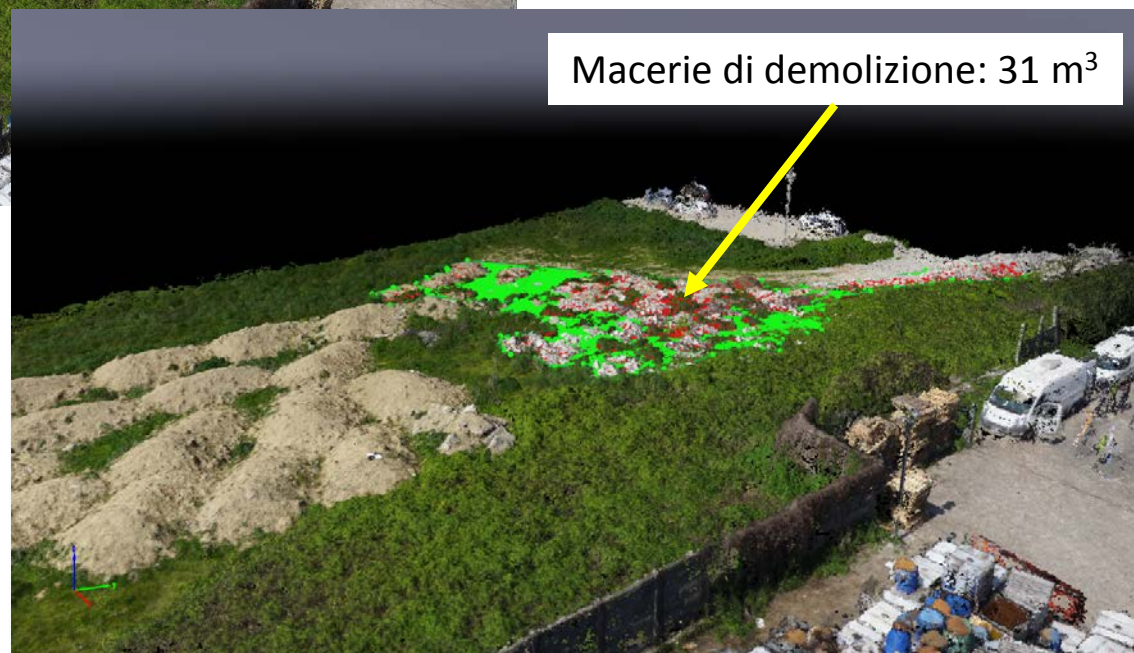


# L'uso dei droni: esempi

Abbandono di terre da scavo e macerie



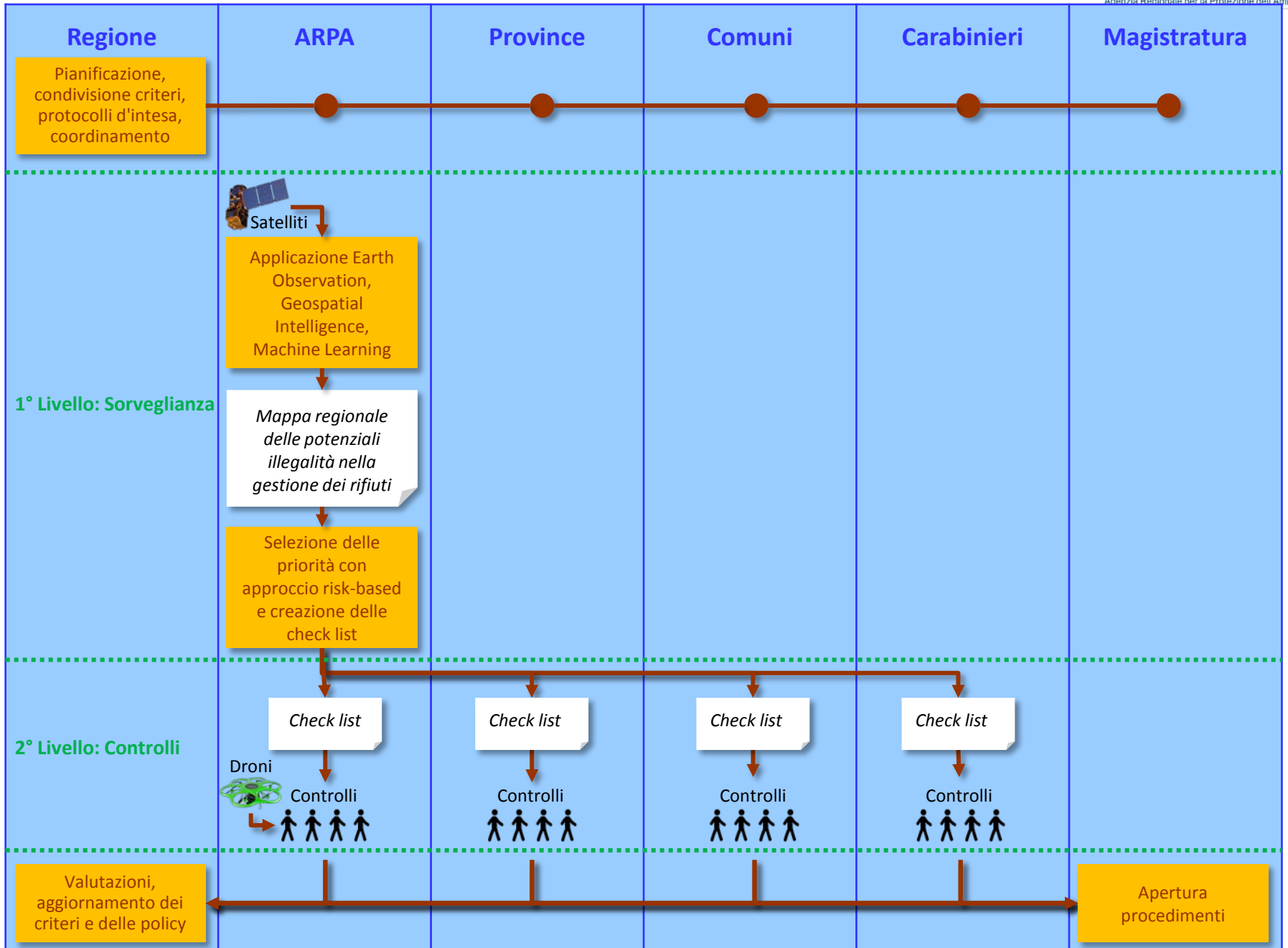
Rilievo da drone per stimare i volumi



- E' quindi possibile lo sviluppo di una **strategia di controlli multi-livello** che superi la vecchia logica della lista di soggetti da controllare predefinita ma si estenda a tutto il territorio :
- **1° Livello - Sorveglianza:** mappatura periodica del territorio per mezzo dell'**Earth Observation** da satellite e aereo, della **Geospatial Intelligence** e del **Machine Learning**, per evidenziare i casi di potenziale criticità ambientale. Selezione con un approccio **risk-based** di una check list di siti da controllare.
- **2° Livello - Controlli:** i controlli sui bersagli eletti vengono effettuati dai soggetti competenti a livello tecnico-amministrativo e dalle Forze dell'Ordine in relazione alle specifiche competenze di ciascun soggetto. I controlli, oltre al loro esito puntuale, forniscono alla Regione ed alle Autorità Competenti un quadro aggiornato delle criticità utile per aggiornare le policy in materia di rifiuti. I **droni** forniscono un contributo ai controlli talvolta insostituibile.



# Il concept: attori e competenze



# Earth Observation: Esigenze Vs Limiti

Necessità di immagini aeree o satellitari ottiche ad altissima risoluzione (20-30 cm)..... missioni duali ?



Sentinel-2



WV3/4  
(fonte: Google Earth)



# Vantaggi dei droni

**Realtà virtuale:** attraverso l'esplorazione del modello 3D ad altissima risoluzione è possibile approfondire la visita ispettiva ed effettuare misure.





# Vantaggi dei droni

**Realtà virtuale:** attraverso l'esplorazione del modello 3D ad altissima risoluzione è possibile approfondire la visita ispettiva ed effettuare misure (es. serbatoi).

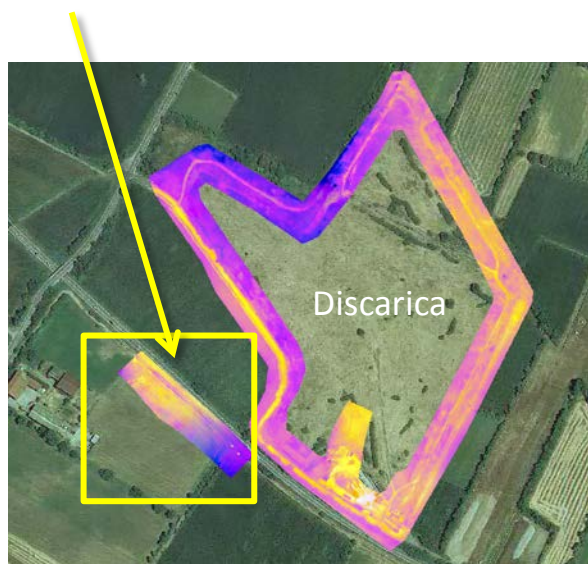
**Sensoristica:** con le riprese nell'infrarosso termico è possibile stimare il livello dei fluidi contenuti nei serbatoi e di conseguenza il volume.





Ulteriori contributi delle riprese da drone nell'infrarosso termico nella identificazione delle fuoriuscite di percolato dalle discariche

In quest'area, nell'inverno di tre anni fa, ci fu una emissione di percolato. La neve fuse a causa del calore.



Mappa della temperatura radiante del suolo acquisita da termocamera, risoluzione 6 cm.

Ulteriori contributi delle riprese da drone nell'infrarosso termico nella identificazione dei materiali (nell'esempio: letame)



Immagine RGB

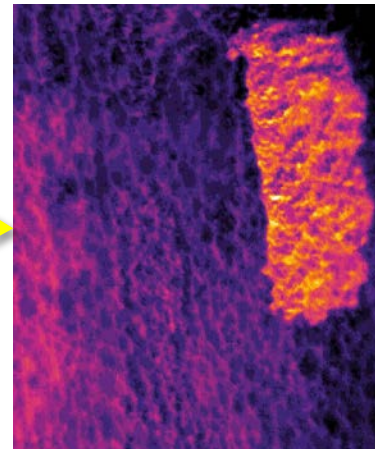


Immagine termica

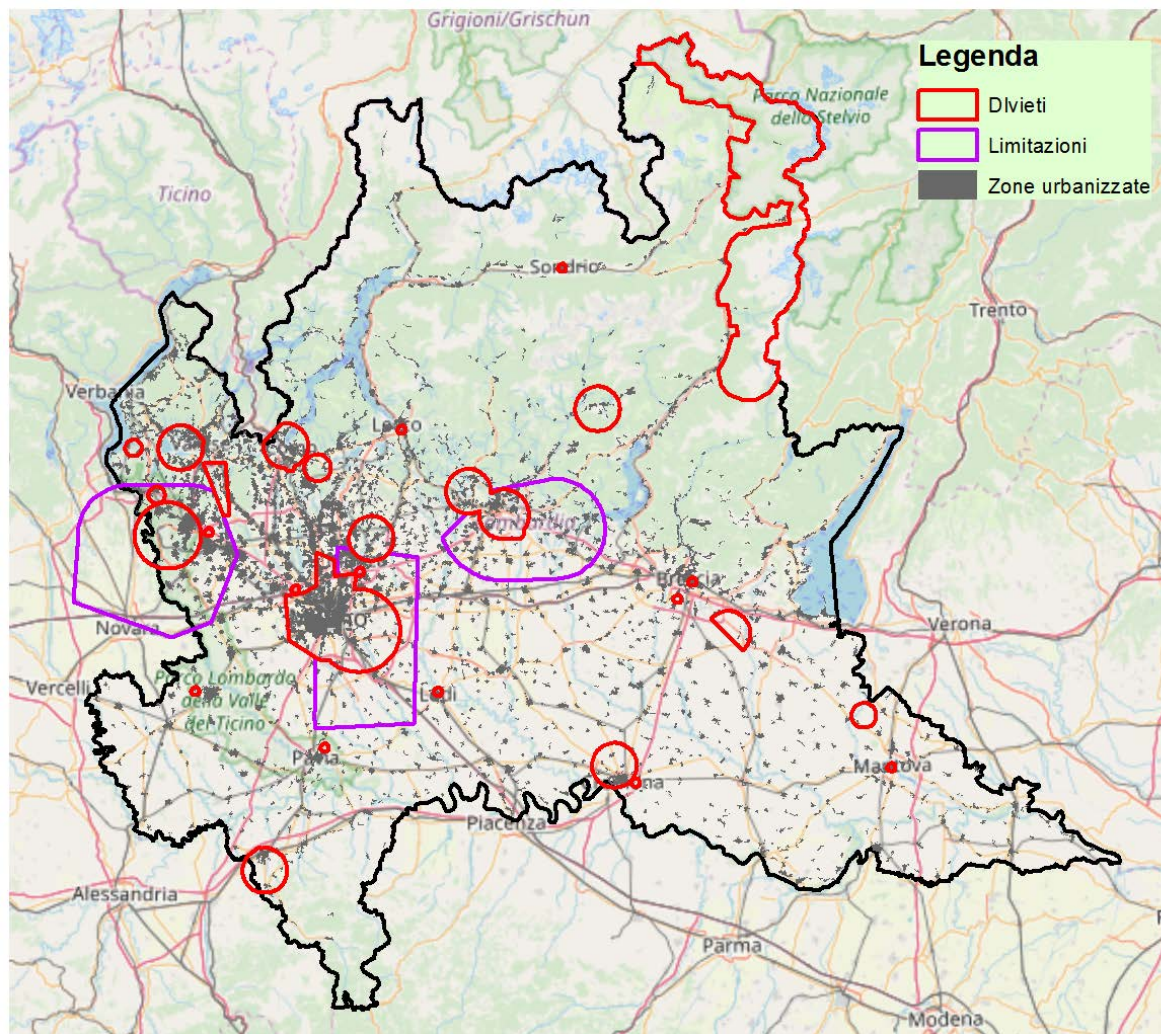


## Limiti normativi all'uso dei droni:

Esigenza	Limitazione	Soluzione
1. Volo su assembramenti di persone.	Divieto assoluto di volo.	Nessuna soluzione.
2. Volo su zone urbanizzate.	Quota max. 50 m, buffer di 50 m,....	Uso di droni certificati inoffensivi.
3. Volo in CTR (Control Traffic Region).	Limitazione quota max.	Richiesta di autorizzazione a ENAC.
4. Volo in ATZ (Aerodrome Traffic Zone).	Divieto di volo.	Richiesta di autorizzazione a ENAC.
5. Volo in Parchi Naturali.	Divieto di volo.	Richiesta di autorizzazione al Parco.
6. Volo su aree proibite (es. carceri,...).	Divieto di volo.	Richiesta di autorizzazione all'Ente competente (es. Ministero di Giustizia,...)
7. Volo in modalità BVLOS (Beyond Visual Line Of Sight).	Divieto di volo.	Richiesta di autorizzazione ad ENAC. Sono in corso sperimentazioni con ENAC e ENAV. Sarà pubblicato un regolamento specifico.

# Limitazioni dei droni

- Limiti normativi all'uso dei droni: divieti, limitazioni e zone urbanizzate

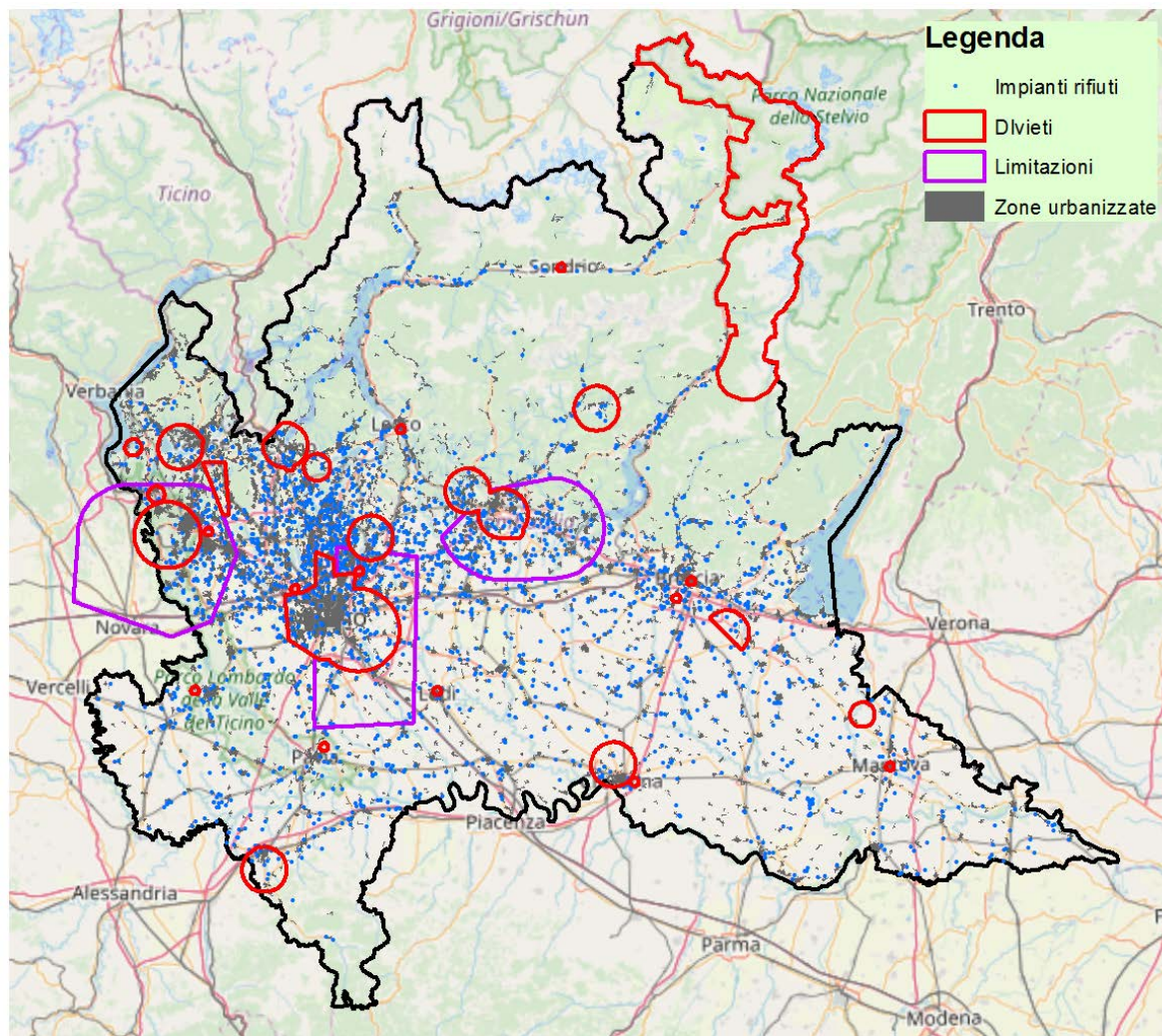


Il 16% della superficie regionale è sottoposto a divieti e limitazioni nell'uso dei droni

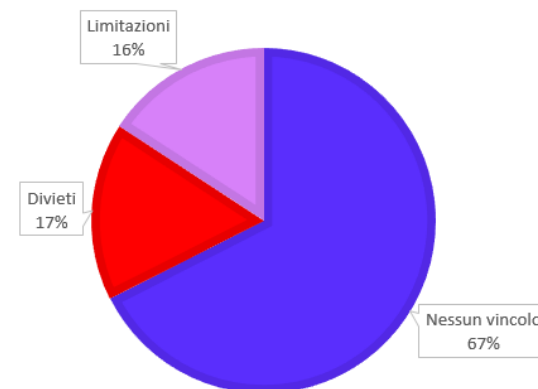


# Limitazioni dei droni

- Limiti normativi all'uso dei droni: divieti, limitazioni e zone urbanizzate.
- Interferenza con gli impianti di trattamento rifiuti autorizzati (2663):



Il 33% degli impianti di trattamento rifiuti autorizzati si trova in aree sottoposte a divieti e limitazioni nell'uso dei droni





**Grazie per l'attenzione !**

**Enrico Zini, [e.zini@arpalombardia.it](mailto:e.zini@arpalombardia.it)**

**Giuseppe Sgorbati, [g.sgorbati@arpalombardia.it](mailto:g.sgorbati@arpalombardia.it)**