



CONVEGNO ON LINE

MERCOLEDÌ 20 NOVEMBRE 2024, ORE 15.00 - 18.00

Introduzione all'AI nelle attività di costruzione e automazione



CONSIGLIO NAZIONALE
DEGLI **INGEGNERI**

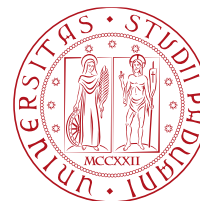


Marco Pasetto e Giovanni Giacomello

*Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile ed Ambientale (DICEA)
Università degli studi di Padova*



**DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA
CIVILE, EDILE E AMBIENTALE**
DEPARTMENT OF CIVIL, ENVIRONMENTAL
AND ARCHITECTURAL ENGINEERING



**UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA**



I relatori



Marco Pasetto
Prof. Ordinario



Giovanni Giacomello
Ricercatore rtdB



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA



**DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA
CIVILE, EDILE E AMBIENTALE**
DEPARTMENT OF CIVIL, ENVIRONMENTAL
AND ARCHITECTURAL ENGINEERING





Indice presentazione

3. Droni equipaggiati con AI

- a. introduzione ai droni e alla mobilità aerea urbana,
- b. quadro normativo,
- c. regolamentazione sull'uso dei droni,
- d. tecnologie principali dei droni,
- e. uso di droni nelle attività relative all'ingegneria civile,
- f. tecnologie AI,
- g. impatti e vantaggi,
- h. conclusioni e prospettive future.





Indice presentazione

3. Droni equipaggiati con AI

- a. introduzione ai droni e alla mobilità aerea urbana,**
- b. quadro normativo,
- c. regolamentazione sull'uso dei droni,
- d. tecnologie principali dei droni,
- e. uso di droni nelle attività relative all'ingegneria civile,
- f. tecnologie AI,
- g. impatti e vantaggi,
- h. conclusioni e prospettive future.





Introduzione ai droni e alla mobilità aerea urbana

Definizioni

Drone: *“velivolo impiegato per diversi usi, privo di pilota e comandato a distanza. Usato generalmente: in campo militare per operazioni di ricognizione e sorveglianza, oltre che di disturbo, inganno e azione nella guerra elettronica; in campo civile per operazioni di controllo, ricerche, riprese video e fotografiche, ecc.”.*



[fonte: www.treccani.it]



Introduzione ai droni e alla mobilità aerea urbana

Sulla terminologia

Drone: aeromobile a pilotaggio remoto (definizione generale FAA: Drones).

UAS (Unmanned Aircraft System): drone (aereo) + stazione di controllo + collegamento di comunicazione tra stazione di controllo e drone. Con ala fissa o rotore, guida da terra, a vista (FAA). Corrisponde al SAPR (Sistema A Pilotaggio Remoto) di cui fa parte l'APR (Aeromobile a Pilotaggio Remoto) (ICAO, EASA, Eurocontrol).

UAV (Unmanned Aerial Vehicle) \approx APR

Home-built Unmanned Aircraft (UA): *unmanned aircraft that an individual built solely for education or recreation* (FAA).

FPV (First person view): drone da corsa, UA con visione diretta.





Introduzione ai droni e alla mobilità aerea urbana

Definizioni

Mobilità aerea urbana (Urban Air Mobility - UAM): trasporto aereo per passeggeri e merci in ambienti urbani densamente popolati ed edificati, con aeromobili elettrici a decollo e atterraggio verticale, dotati di nuove tecnologie, come le tecnologie a batterie potenziate e la propulsione elettrica... (EASA).





Introduzione ai droni e alla mobilità aerea urbana

Mobilità aerea urbana

(Urban Air Mobility - UAM)
presuppone e determina:

- quadro normativo,
- sostenibilità ambientale,
- infrastrutture dedicate,
- sistemi di gestione del traffico aereo,
- sicurezza (*safety* e *security*).



[fonte: Lineberger R. et al., 2019]



Introduzione ai droni e alla mobilità aerea urbana

Mobilità aerea urbana, target UE [fonte EASA]

- Impatto economico positivo (90.000 nuovi posti di lavoro)
- Sostenibilità ambientale (nessuna emissione CO₂ per prop. elettrica)
- Riduzione incidentalità (sicurezza del volo)
- Rapidità degli spostamenti (risparmio di 15-40 min sullo spostamento medio e del 70% di tempo per spostamenti per emergenze mediche),
- Copertura da parte dell'UE del 31% del mercato (calcolato in 4,2 MLDE)

[fonte: Lineberger R. et al., 2019]

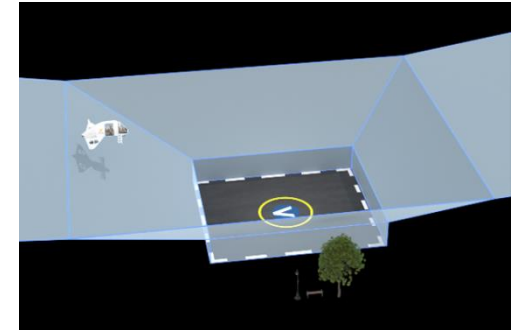




Introduzione ai droni e alla mobilità aerea urbana

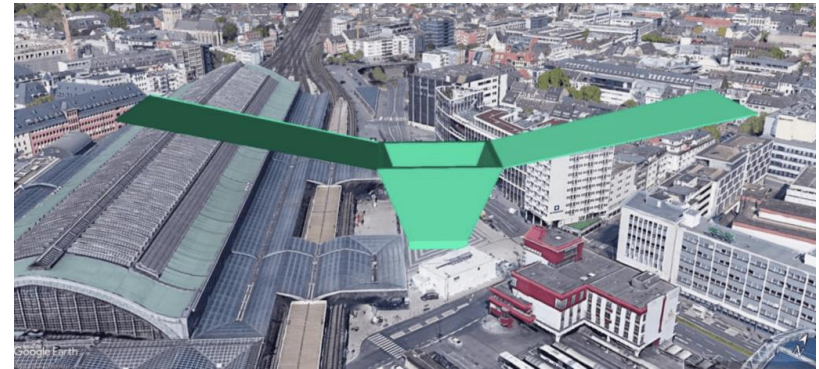
Definizioni

Vertiporto (vertiport): *“un’area su terraferma o specchio d’acqua o struttura, utilizzata o destinata a essere utilizzata per il decollo e l’atterraggio di un aeromobile VTOL”.*



Termini:

- vertihub,
- vertiporto,
- vertistation,
- vertistop...



Lo spazio aereo sovrastante il verti-* deve essere un “volume scevro da ostacoli”. Esempio di vertiporto in [Veneto](#).

[fonte: EASA]



Indice presentazione

3. Droni equipaggiati con AI

- a. introduzione ai droni e alla mobilità aerea urbana,
- b. quadro normativo,**
- c. regolamentazione sull'uso dei droni,
- d. tecnologie principali dei droni,
- e. uso di droni nelle attività relative all'ingegneria civile,
- f. tecnologie AI,
- g. impatti e vantaggi,
- h. conclusioni e prospettive future.





Quadro normativo

I soggetti:

- **International Civil Aviation Organization (ICAO)** → suggerisce standard internazionali su questioni tecniche e operative (progettazione, ecc.);
- **European Aviation Safety Agency (EASA)** → delinea strategie, gestisce sicurezza, certificazione dei prodotti e supervisiona le organizzazioni nazionali;
- **Eurocontrol** → organizza e gestisce lo spazio aereo europeo e i servizi ad esso connessi (*Air Traffic Management*);
- **Ente Nazionale Aviazione Civile (ENAC)** → regola il sistema di trasporto aereo in Italia, controlla norme e sicurezza (*safety* e *security*), disciplina aspetti amministrativo-economici del sistema;
- **Ente Nazionale Assistenza al Volo (ENAV)** → gestisce e controlla il traffico aereo civile in Italia, si coordina con gli altri organismi di controllo internazionale.





Quadro normativo

La classificazione:

Gli aeroporti (e quindi i vertiporti) possono essere classificati in base alle tipologie di:

- 1) manovra di decollo (*Take-off*) e di manovra di atterraggio (*Landing*),
- 2) velivolo,
- 3) caratteristiche geometriche della pista di volo,
- 4) ecc.

Tipo di manovre	Sigla
Conventional Take Off and Landing	CTOL
Short Take Off and Landing	STOL
Vertical Take Off and Landing	(e)VTOL





Quadro normativo

Le principali norme europee:

- **Regolamento (UE) 2018/1139** (04.07.2018)
→ ridefinisce norme comuni per il settore dell'aviazione civile;
- **Regolamento delegato (UE) 2019/945** (12.03.2019)
→ norma i sistemi aeromobili senza equipaggio e gli operatori di paesi terzi di sistemi aeromobili senza equipaggio (emendato da 2020/1058 e 2024/1108);
- **Regolamento di esecuzione (UE) 2019/947** (24.05.2019)
→ norma le procedure per l'esercizio di aeromobili senza equipaggio (emendato da ... 2022/425).





Quadro normativo

Le principali norme italiane:

- Codice della navigazione;
- **Regolamento ENAC UAS-IT** (Ed. 1 - 04.01.2021)
 - completa il quadro giuridico del Reg. UE 2019/947 e definisce i requisiti applicabili agli aeromobili a pilotaggio remoto (privati o statali);
- Regolamento "***Regole dell'Aria Italia***" (Ed. 4 - 13.05.2021)
 - regola e disciplina le procedure operative della navigazione aerea applicabili al traffico aereo generale;
- Regolamento ***Servizi di Gestione del Traffico Aereo e della Navigazione Aerea Italia*** (ATM/ANS-IT) (Ed. 0 - Rev.1 - 28.02.2024)
 - stabilisce requisiti comuni per servizi/funzioni di gestione del traffico aereo e di navigazione aerea e per la loro sorveglianza;
- Circolare ENAC ATM-09A (Ed. 1 – 24.03.2021)
 - ***Criteri d'implementazione e procedure per zone geografiche.***





Quadro normativo

Le principali norme italiane:

- Linee guida “**U-Space**” LG-2023-006/UAS (Ed. 1 - 15.12.2023)

→ indicazioni sull'**istituzione dello U-space** e sulla sua operatività (adeguato livello di sicurezza - safety e security, e di privacy e protezione ambientale);

→ Uno **U-Space** è una zona geografica UAS, designata da ENAC, all'interno della quale le operazioni UAS sono consentite solo con l'ausilio di servizi U-Space.

→ Valgono per operazioni UAS in assenza di contatto visivo (BVLOS, beyond visual line of sight)



[fonte: EASA]



Quadro normativo

Le principali norme italiane:

- Linee Guida "**Attestati di pilota per operazioni di UAS e procedure per le entità riconosciute in attuazione del Reg. (UE) 2019/947**" LG-2023/005-UAS (Ed. n. 1 del 03/11/2023)
 - informazioni sul rilascio degli **attestati di pilota** (divisi in **due categorie**: **aperta** (A1/A3 e A2) e **specificata**) e sulle **competenze** necessarie per le operazioni in categoria specifica, il riconoscimento di **soggetti/organizzazioni**, denominate *Entità Riconosciute*, per svolgere **esami teorici** o di **addestramento pratico**.
- Linee Guida "**per operazioni UAS con UA di massa operativa al decollo inferiore ai 25 kg - Scenari VLOS e BVLOS**", LG 2020/001-NAV (Ed. 1 - 30.09.2020)
 - descrive scenari standard e i *Pre-Defined Risk Assessment (PDRA)* nazionali che consentono lo svolgimento di *operazioni VLOS e BVLOS*.





Indice presentazione

3. Droni equipaggiati con AI

- a. introduzione ai droni e alla mobilità aerea urbana,
- b. quadro normativo,
- c. regolamentazione sull'uso dei droni,**
- d. tecnologie principali dei droni,
- e. uso di droni nelle attività relative all'ingegneria civile,
- f. tecnologie AI,
- g. impatti e vantaggi,
- h. conclusioni e prospettive future.





Regolamentazione sull'uso dei droni

Dal Regolamento UE 2019/947:

Le operazioni UAS nella categoria «**aperta**» non sono soggette ad autorizzazione operativa preventiva, né ad una dichiarazione operativa da parte dell'operatore UAS prima che l'operazione abbia luogo;

Le operazioni UAS nella categoria «**specificata**» necessitano di un'autorizzazione operativa rilasciata dall'autorità competente, o di un'autorizzazione ricevuta conformemente all'articolo 16 (club, associazioni di aeromodellismo) o di una dichiarazione che deve essere presentata da un operatore UAS;

Le operazioni UAS nella categoria «certificata» necessitano della certificazione dell'UAS a norma del regolamento delegato (UE) 2019/945, della certificazione dell'operatore e, se del caso, della licenza del pilota remoto.





Regolamentazione sull'uso dei droni

Dal Regolamento UE 2019/947:

Le operazioni sono classificate in categoria «aperta» solo se sono soddisfatti i seguenti requisiti:

- a) l'UAS appartiene a una delle classi stabilite nel regolamento delegato (UE) 2019/945 o è stato costruito da privati o soddisfa le condizioni di cui all'articolo 20;
- b) l'aeromobile senza equipaggio ha una massa massima al decollo inferiore a 25 kg;
- c) il pilota remoto garantisce che l'aeromobile senza equipaggio sia mantenuto a distanza di sicurezza dalle persone e che non sorvoli assembramenti di persone;
- d) il pilota remoto mantiene l'aeromobile senza equipaggio in VLOS in qualsiasi momento, tranne in caso di volo in modalità follow me o in caso di utilizzo di un osservatore dell'aeromobile senza equipaggio;
- e) durante il volo l'aeromobile senza equipaggio è mantenuto entro 120 metri dal punto più vicino alla superficie terrestre, salvo in caso di sorvolo di un ostacolo;
- f) durante il volo l'aeromobile senza equipaggio non trasporta merci pericolose e non lascia cadere alcun materiale.

Fonte: <https://afdrone.it/nuova-normativa-droni/>



Regolamentazione sull'uso dei droni

Dal Regolamento UE 2019/947:

A1: l'attività di volo deve essere pianificata in modo che si possa ragionevolmente prevedere che non saranno effettuati sorvoli su persone non coinvolte.

A2: regola 1:1 per la distanza da mantenere dalle persone non coinvolte (es. 50 m di altezza, 50 m di distanza dalle persone non coinvolte). Distanza minima di 30 m (riducibile a 5 m con modalità "low speed" e velocità 3 m/s).

A3: regola 1:1, ma distanza dalle persone non coinvolte minima di 30 m e non inferiore alla distanza coperta dal proprio UAS alla massima velocità in 2 secondi (se l'UAS vola a 25 m/s, la distanza minima dalle persone non coinvolte diventa 50 mt). Distanza minima di 150 m da zone residenziali, industriali, commerciali e ricreative.





Regolamentazione sull'uso dei droni

Dal Regolamento UE 2019/947:

I droni immessi sul mercato prima dell'1/01/2024 possono essere operati:

in sottocategoria A1 se il peso è inferiore a 250g

in sottocategoria A3 se il peso è inferiore a 25kg

I droni con marcatatura di classe possono essere operati in categoria aperta:

in sottocategoria A1 se hanno una marcatatura di classe C0 o C1;

in sottocategoria A2, se hanno una marcatatura di classe C2;

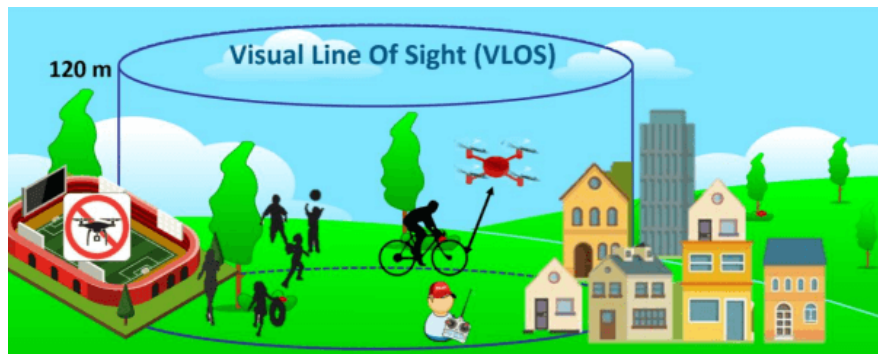
in sottocategoria A3 se hanno una marcatatura di classe C0, C1, C2, C3 o C4.



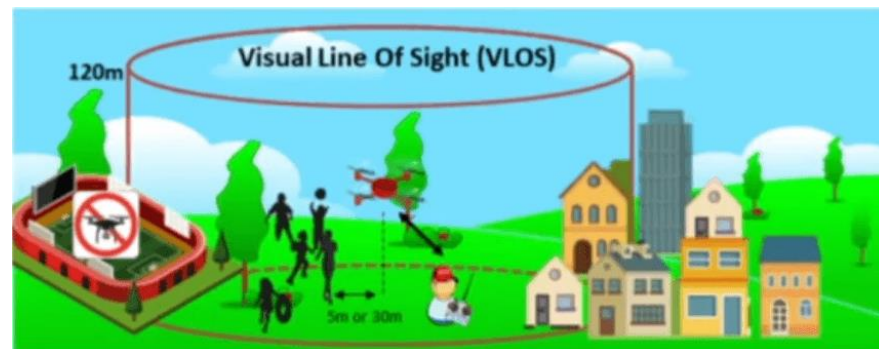


Regolamentazione sull'uso dei droni

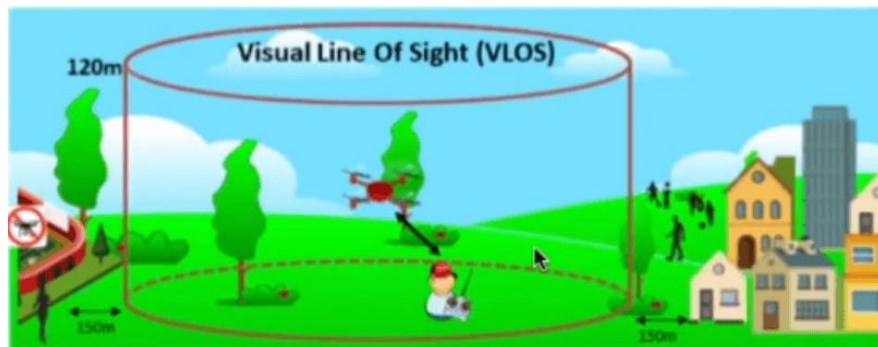
Categoria aperta – sottocategoria A1



Categoria aperta – sottocategoria A2



Categoria aperta – sottocategoria A3









Fonte: <https://afdrone.it/nuova-normativa-droni/>



Regolamentazione sull'uso dei droni

WHAT TYPE OF DRONE CAN I FLY?


Operation			Drone Operator / pilot			
C-Class	Max Take off mass	Subcategory	Operational restrictions	Drone Operator registration?	Remote pilot qualifications	Remote pilot minimum age
Privately build	<250g 	A1 Not over assemblies of people (can also fly in subcategory A3)	Operational restrictions on the drone's use apply (follow the QR code below)	Yes No if toy or not fitted with camera/sensor 	Read user's manual	No minimum age (certain conditions apply)
legacy < 250g						
C0						
C1	<900g 			Yes	Check out the QR code below for the necessary qualifications to fly these drones	16
C2	<4kg 	A2 Fly close to people (can also fly in subcategory A3)				
C3	<25kg 	A3 Fly far from people				
C4						
Privately build						
Legacy drones (art 20)						

**EASA**
European Union Aviation Safety Agency

#EASAdrones

together
4safety

For more details go to
<https://www.easa.europa.eu/details/civil-drones-rpa>







Regolamentazione sull'uso dei droni

Dal Regolamento UE 2019/947:

Le operazioni sono classificate in categoria «specifica» se uno dei requisiti della categoria «aperta» non è soddisfatto. L'operatore UAS è tenuto a ottenere dall'autorità competente dello Stato membro in cui l'UAS è immatricolato un'autorizzazione operativa. La domanda di autorizzazione operativa è corredata di una valutazione dei rischi effettuata dall'operatore.

L'autorità competente rilascia un'autorizzazione operativa se ritiene che i rischi operativi siano adeguatamente attenuati. L'autorizzazione operativa include l'elenco preciso delle misure di attenuazione.

L'autorizzazione operativa può riguardare una singola operazione o una serie di operazioni per cui sono specificati il tempo e/o il luogo.

Fonte: <https://afdrones.it/nuova-normativa-droni/>





Regolamentazione sull'uso dei droni

Dal Regolamento UE 2019/947:

Le operazioni sono classificate in categoria «certificata» solo se sono soddisfatti i seguenti requisiti:

- a) l'UAS è certificato a norma dell'articolo 40, paragrafo 1, lettere a), b) e c), del regolamento delegato (UE) 2019/945;
- b) l'operazione è effettuata in una delle seguenti condizioni:
 - i. è previsto il sorvolo di assembramenti di persone;
 - ii. è previsto il trasporto di persone;
 - iii. è previsto il trasporto di merci pericolose che può comportare un rischio elevato per terzi in caso di incidente.

Le operazioni UAS sono classificate come «certificate» se l'autorità competente, sulla base della valutazione dei rischi ritiene che il rischio dell'operazione non possa essere adeguatamente attenuato senza la certificazione dell'UAS e dell'operatore UAS e, se del caso, senza rilasciare una licenza al pilota remoto.

Fonte: <https://afdrone.it/nuova-normativa-droni/>





Regolamentazione sull'uso dei droni



OPEN category - Low risk
NO-PRE APPROVAL
LIMITATIONS: 25 kg, VLOS,
height <120m, system of
zones

3 Sub-categories: fly over,
close, far from people

General public
Model Flying
Photographers

SPECIFIC - Increased risk
Authorisation by NAA
based on specific
operation risk assessment
(SORA)

Declaration in case of
standard scenario; LUC

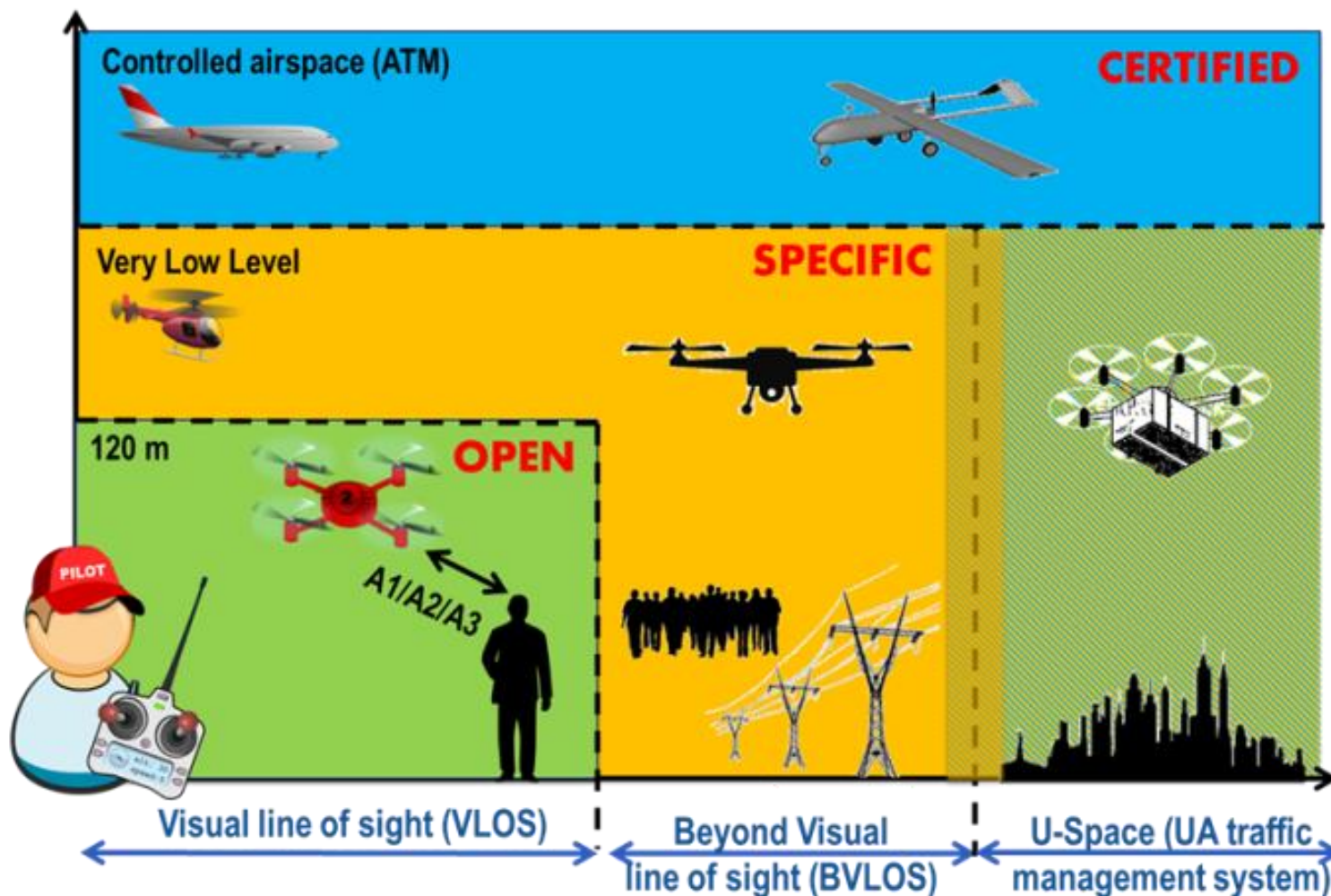
BVLOS operations (linear
inspections, aerial work, ...)
Transport of goods

CERTIFIED - Risk as
manned aviation
Certification of UAS,
approval of the operator
and licensed pilot (unless
autonomous flight)

Air Taxi
International IFR (cargo,
passengers)
Package delivery over people



Regolamentazione sull'uso dei droni





Regolamentazione sull'uso dei droni

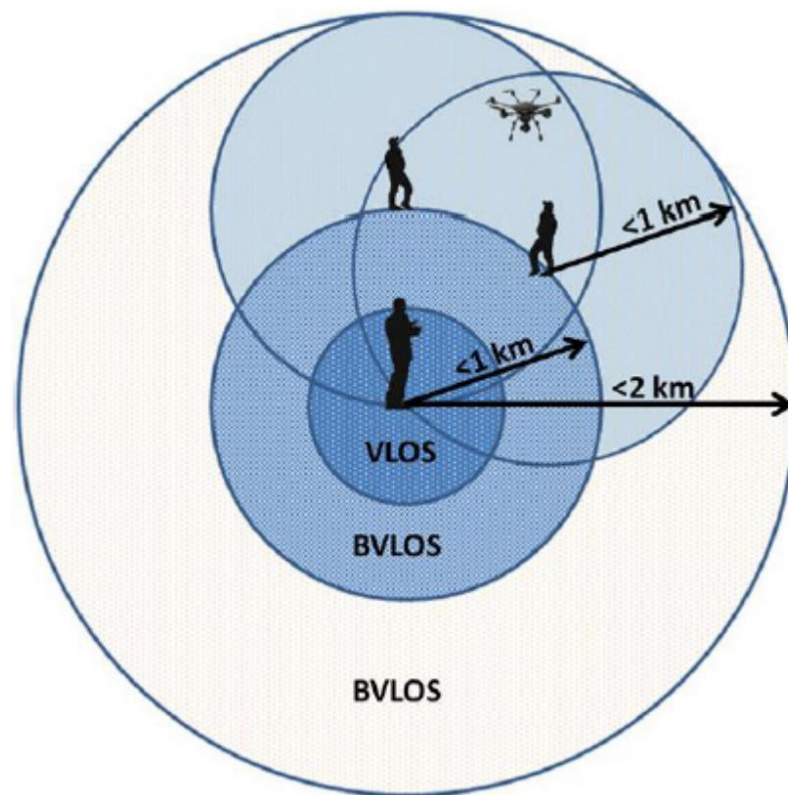
The image shows a screenshot of the official drone pilot certificate (APR) form issued by EASA and ENAC. The form is titled "ITALIA" and features a central illustration of a drone. On the left, there are logos for EASA (European Aviation Safety Agency) and ENAC (Ente Nazionale per l'Aviazione Civile). Below the logos, there are two red boxes: "A1-A3 OPEN" and "Operazioni non critiche". The main title of the certificate is "Attestato di Pilota di APR (Operazioni Non Critiche)" with the subtitle "(Proof of completion of the online training)". The form includes fields for the holder's name (First Name and Last Name), the expiration date (Data Scadenza), and a QR code. The bottom section contains the signature of the ENAC representative, the "Direttore Regolazione Personale e Operazioni Volo", and the code "ITA-RP-".



Regolamentazione sull'uso dei droni

(VLOS, “visual line of sight”) Il pilota opera entro la distanza di visibilità tale da consentire all'osservatore di mantenere un contatto visivo costante, e senza l'aiuto di strumenti, con il drone, controllandone la traiettoria di volo rispetto ad altri aeromobili, a persone e a ostacoli al fine di evitare collisioni.

(BVLOS, “Beyond Visual Line Of Sight”) Operazione condotta ad una distanza che non consente al pilota remoto di rimanere in contatto visivo diretto e costante con il mezzo aereo, che non consente di gestire il volo, mantenere le separazioni ed evitare collisioni.



[fonte: EASA]



Regolamentazione sull'uso dei droni

Compendio normative:

- ***Easy Access Rules for Unmanned Aircraft Systems***

Documento aggiornato solo periodicamente,
per lettura facilitata delle due principali
normative europee:

- ✓ regolamento delegato (UE) 2019/945
(12.03.2019),
- ✓ regolamento di esecuzione (UE) 2019/947
(24.05.2019).





Regolamentazione sull'uso dei droni

L'**operatore di droni** (sia persona fisica che giuridica) è colui che utilizza o intende utilizzare uno o più droni. Se **operatore = pilota** (ad esempio, un pilota remoto che opera un drone di sua proprietà), avrà sia le responsabilità dell'operatore che quelle del pilota.

Tra le **responsabilità** a carico dell'**operatore** di **droni** ci sono:

- formazione dei piloti remoti;
- copertura assicurativa (responsabilità civile verso terzi dei droni);
- tutela della privacy (uso dei droni non violi la privacy altrui);
- manutenzione dei droni;
- registrazione degli operatori (sul portale d-flight e ottenere un codice identificativo europeo in formato QR code da apporre su ciascun drone con cui intendono operare).

Regolamento per le Tariffe dell'Enac 2013 per i diritti di registrazione.






NO obbligo registrazione: droni classificati come giocattoli (Direttiva europea 2009/48/CE), nonché droni con un peso inferiore a **250 g** e privi di telecamera, microfoni o altri dispositivi per la raccolta di dati personali.





Regolamentazione sull'uso dei droni

Dal 1° gennaio 2024 un UAS sul mercato Europeo deve rispondere al Regolamento (EU) 2019/945. Requisiti per poter applicare agli **UAS** le **marcature di classe C1, C2, C3, C4, C5, C6** (applicate in funzione delle caratteristiche del velivolo e delle operazioni da svolgere).

Operation			Drone Operator / pilot			
C-Class	Max Take off mass	Subcategory	Operational restrictions	Drone Operator registration?	Remote pilot qualifications	Remote pilot minimum age
Privately build	<250g 	A1 Not over assemblies of people (can also fly in subcategory A3)	Operational restrictions on the drone's use apply (follow the QR code below)	Yes No if toy or not fitted with camera/sensor 	Read user's manual	No minimum age (certain conditions apply)
legacy < 250g						
C0						
C1	<900g 	A2 Fly close to people (can also fly in subcategory A3)		Yes	Check out the QR code below for the necessary qualifications to fly these drones	16
C2	<4kg 					
C3	<25kg 					
C4						
Privately build		A3 Fly far from people				
Legacy drones (art 20)						

[fonte: EASA]



Regolamentazione sull'uso dei droni

Zone Geografiche in cui si è limitato, proibito o agevolato l'uso degli UAS → In Italia in base al Reg. UE 2019/947.

U-Space è una particolare tipologia di Zona Geografica, in cui i droni (UAS) devono possedere requisiti specifici per potervi operare in sicurezza.

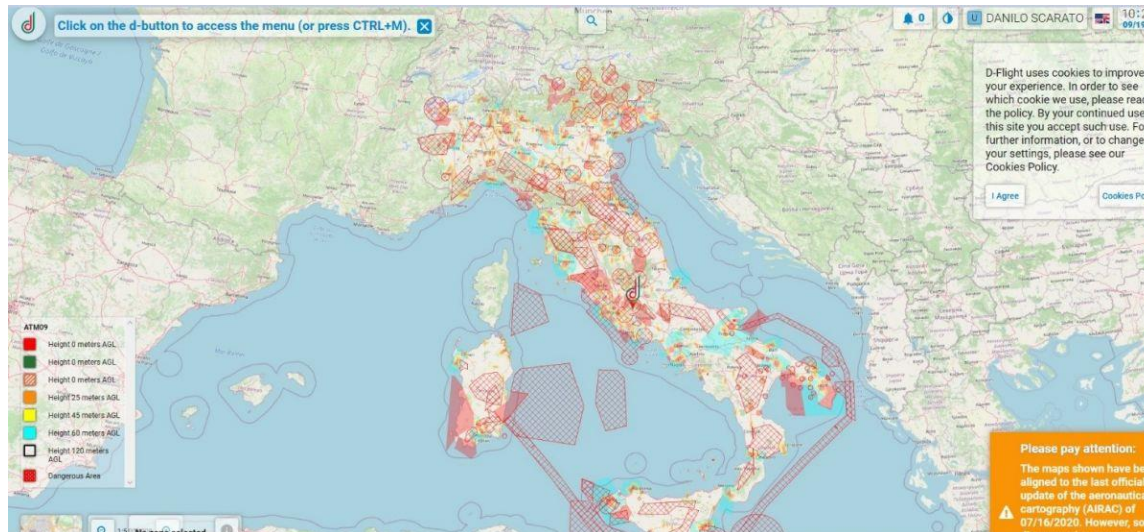




Regolamentazione sull'uso dei droni

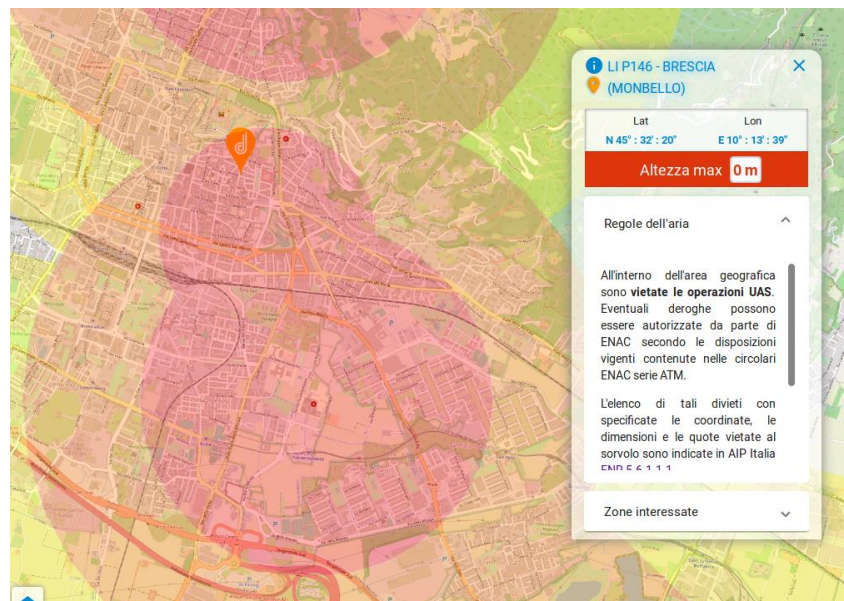
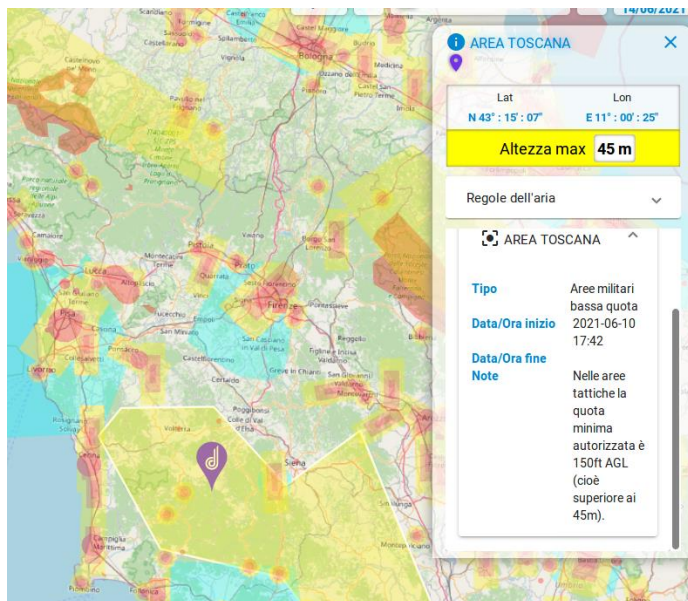
Prima di ogni singolo volo, l'**operatore UAS** deve visionare Circolare Enac ATM-09A (utilizzo dello spazio aereo e conformazione delle zone geografiche UAS) → mappe presenti sul **portale d-flight**.

Si distinguono zone istituite per motivi di: “*safety*” (a protezione di aeroporti, eliporti, avio/elisuperfici), “*security*”, protezione ambientale. Le zone geografiche UAS istituite per motivi di safety hanno colori diversi in funzione dell'altezza a cui inizia l'area (es: “*zona rossa*” 0 m, “*zona arancione*” 25 m, ecc.).





Regolamentazione sull'uso dei droni



A seconda delle zone geografiche UAS e dei motivi di istituzione (safety, security, etc.) si avranno limitazioni al volo degli UAS nelle diverse categorie (aperta, specifica, ecc.).

Se non è possibile volare in categoria aperta, le operazioni devono necessariamente essere condotte in categoria specifica.



Indice presentazione

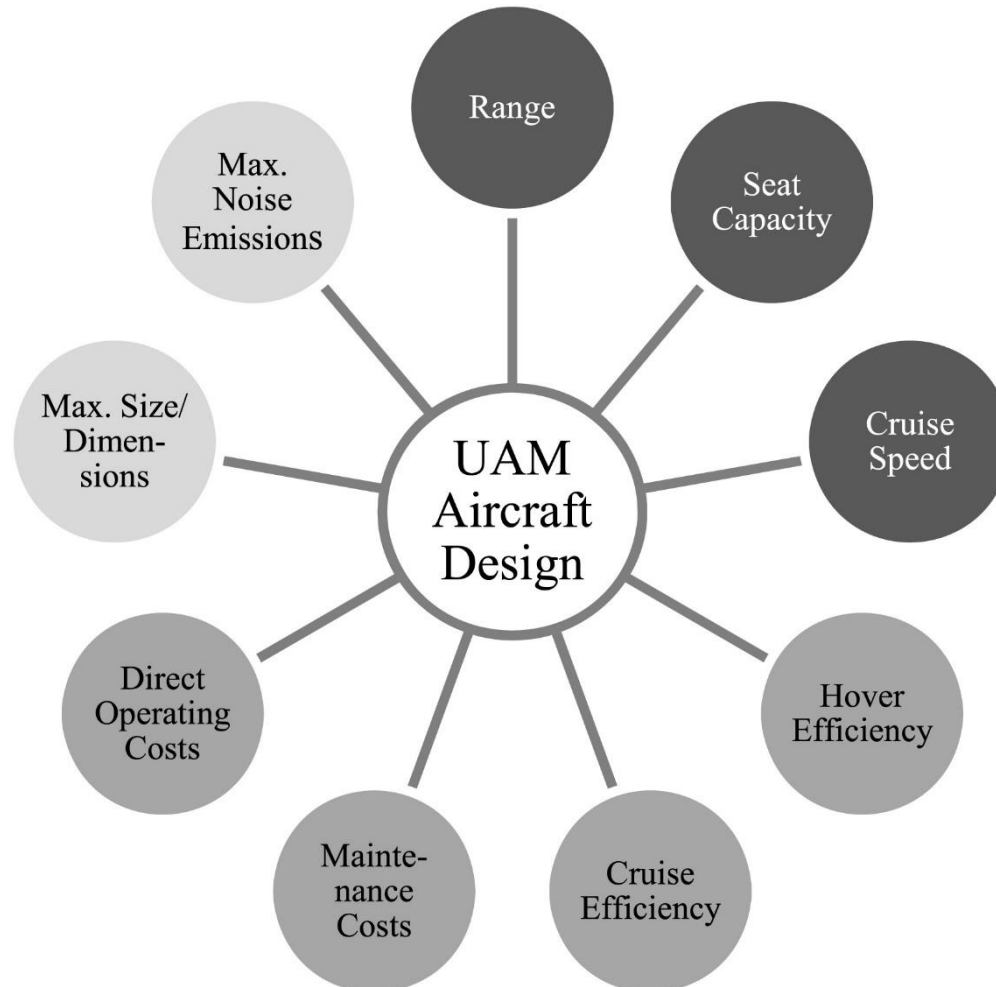
3. Droni equipaggiati con AI

- a. introduzione ai droni e alla mobilità aerea urbana,
- b. quadro normativo,
- c. regolamentazione sull'uso dei droni,
- d. tecnologie principali dei droni,**
- e. uso di droni nelle attività relative all'ingegneria civile,
- f. tecnologie AI,
- g. impatti e vantaggi,
- h. conclusioni e prospettive future.





Tecnologie principali dei droni





Tecnologie principali dei droni

1. Global Positioning System (GPS) e sistemi di navigazione (GNSS)

determinazione posizione, mantenimento rotta e prosecuzione piani di volo predefiniti; *sistema di ritorno automatico* (che viene usato in caso di emergenza).

2. Sensori e Rilevamento

mantenimento in quota, orientamento durante il volo e rilevamento ostacoli:

- IMU (*Inertial Measurement Unit*),
- giroscopi,
- altimetri,
- sensori di evitamento ostacoli.

3. Motori e Propulsione

molto comuni motori elettrici brushless.

4. Batterie e Sistemi di Alimentazione

maggiormente usate le batterie al litio-polimero (Li-Po), poiché sono leggere e ad alta densità energetica; gestione energetica (ottimizzazione gestione batteria).



Tecnologie principali dei droni

5. Controllo Remoto e Sistemi di Comunicazione

trasmettitori e ricevitori,
FPV (*First Person View*),
telemetria (stato, velocità, altitudine e livello batteria).

6. Computer di Bordo e AI

Microprocessori (gestione operazioni e elaborazione dati),
Intelligenza artificiale (elaborazione di immagini e navigazione autonoma),
Algoritmi di machine learning (acquisire e migliorare le prestazioni nel tempo).

7. Sistemi di Stabilizzazione e Controllo del Volo

flight controller (interpretazione comandi pilota e controllo volo),
software di controllo (programmazione e monitoraggio missioni).

8. Telecamere e Sensori di Immagine

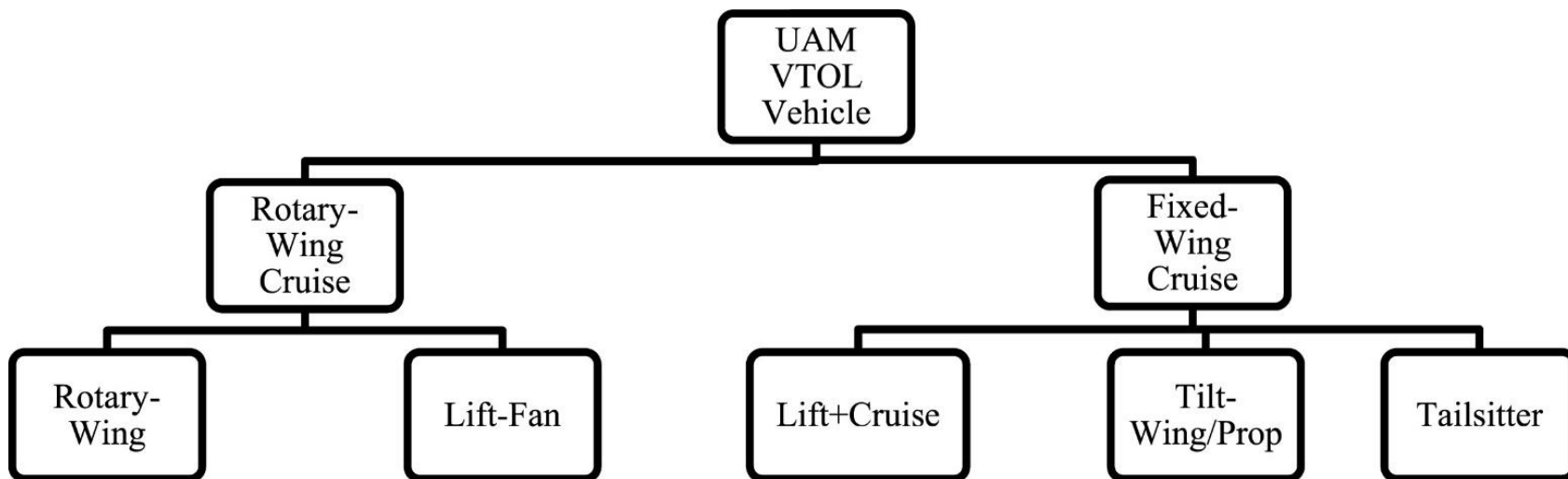
telecamere ad alta risoluzione (fotografie e video),
sensori termici e multispettrali (per applicazioni specifiche, come l'agricoltura di precisione, la ricerca e il soccorso, e il monitoraggio ambientale).



Tecnologie principali dei droni

Tipologie di droni:

I **droni**, o **UAV** (*Unmanned Aerial Vehicles*), si distinguono in diverse tipologie in base a caratteristiche strutturali, funzionali e applicative.





Tecnologie principali dei droni

Tipologie di droni:

1) **multirotore**

- utilizzano più rotori per il volo,
- maggiore stabilità e facilità di manovra,
- ideali per riprese aeree e applicazioni che richiedono hovering preciso.

Esempio: DJI Mavic 3

Peso: circa 895 grammi

Dimensioni: 347,5 × 283 × 107,7 mm (aperto)

Costo: circa 2.000 euro

Autonomia: fino a 46 minuti di volo

Accessori:

- fotocamera Hasselblad con sensore CMOS 4/3,
- sistema di evitamento ostacoli omnidirezionale





Tecnologie principali dei droni

Tipologie di droni:

2. ad ala fissa

- simili a piccoli aerei,
- coprono efficientemente lunghe distanze,
- spesso utilizzati in mappatura e sorveglianza.

Esempio: Parrot Disco

Peso: 750 grammi

Dimensioni: 580 x 200 x 1150 mm di apertura

Costo: circa 1.300 euro

Autonomia: fino a 45 minuti di volo

Accessori:

fotocamera Full HD integrata,

GPS,

pilota automatico





Tecnologie principali dei droni

Tipologie di droni:

3. ibridi (VTOL - Vertical Take-Off and Landing)

- combinano caratteristiche droni multirotori e ad ala fissa, decollando e atterrando verticalmente, ma volando orizzontalmente come un aereo.

Esempio: WingtraOne

Peso: circa 4,5 kg

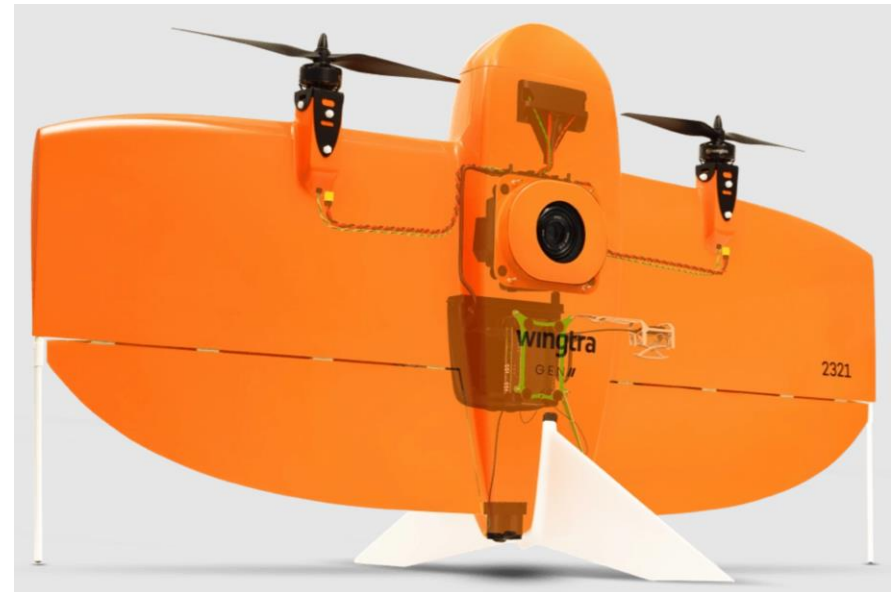
Dimensioni: 125 × 206 × 59 cm

Costo: oltre 20.000 euro

Autonomia: fino a 59 minuti di volo

Accessori:

- fotocamera Sony RX1R II da 42 MP,
- RTK per precisione centimetrica.





Tecnologie principali dei droni

Tipologie di droni:

4. a rotore singolo

- simili a piccoli elicotteri,
- maggiore efficienza energetica
- maggiore capacità di carico rispetto ai multirotori,
- necessaria maggiore abilità nel pilotaggio.

Esempio: Align T-REX 800

Peso: circa 4,5 kg (senza batteria)

Dimensioni: 1490 x 402 x 204 mm

Costo: circa 1.500 euro (solo kit)

Autonomia: variabile in base a batteria

Accessori:

- kit di montaggio personalizzabile,
- supporto per fotocamere.





Tecnologie principali dei droni

Tipologie di droni:

5. per uso industriale

- droni progettati per applicazioni specifiche (ispezioni, agricoltura di precisione, consegne, etc.).

Esempio: DJI Matrice 300 RTK

Peso: circa 6,3 kg (senza payload)

Dimensioni: 810 × 670 × 430 mm (senza eliche)

Costo: oltre 10.000 euro

Autonomia: fino a 55 minuti di volo

Accessori:

- supporto per più payload,
- sistema di evitamento ostacoli avanzato.





Tecnologie principali dei droni

Tipologie di droni:

6. da corsa

7. per uso militare

8. per uso ricreativo



6. EMAX Hawk Pro



7. General Atomics MQ-9 Reaper



8. DJI Mini 2





Indice presentazione

3. Droni equipaggiati con AI

- a. introduzione ai droni e alla mobilità aerea urbana,
- b. quadro normativo,
- c. regolamentazione sull'uso dei droni,
- d. tecnologie principali dei droni,
- e. uso di droni nelle attività relative all'ingegneria civile,**
- f. tecnologie AI,
- g. impatti e vantaggi,
- h. conclusioni e prospettive future.





Uso di droni nelle attività relative all'ingegneria civile

Negli ultimi cinque anni, l'**uso** dei **droni** ha registrato una **crescita significativa** nel settore delle costruzioni.

- valore del mercato dei droni negli **USA** nel **2023** → 30 miliardi di dollari,
- investimento di circa 10 miliardi di dollari in un anno nel settore delle costruzioni,
- crescente adozione dei droni in USA (ispezioni, monitoraggi, rilievi topografici, ecc.) con una crescita annuale intorno al **9-15%**.

- valore del mercato dei droni in **Italia** nel **2023** → 145 milioni di dollari,
- notevole incremento nell'uso dei droni nel settore delle costruzioni in Italia (adozione dei droni per ispezioni e monitoraggio dei cantieri), registrando una crescita del **23%** rispetto all'anno precedente.





Uso di droni nelle attività relative all'ingegneria civile

Applicazioni dei droni nei cantieri

- **Ispezioni aeree** → monitoraggio stato avanzamento lavori, identificazione problemi strutturali, verifica conformità standard di sicurezza.

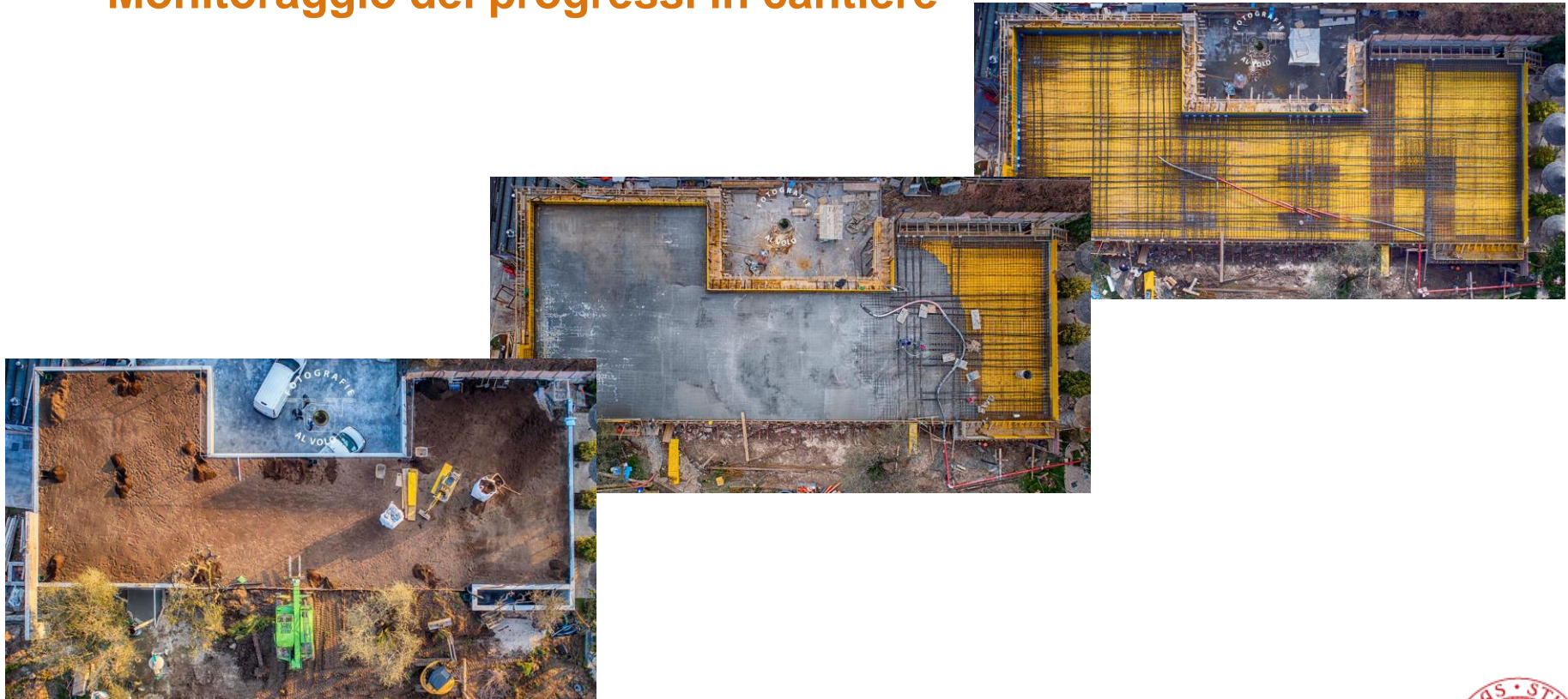




Uso di droni nelle attività relative all'ingegneria civile

Applicazioni dei droni nei cantieri

- **Monitoraggio dei progressi in cantiere**



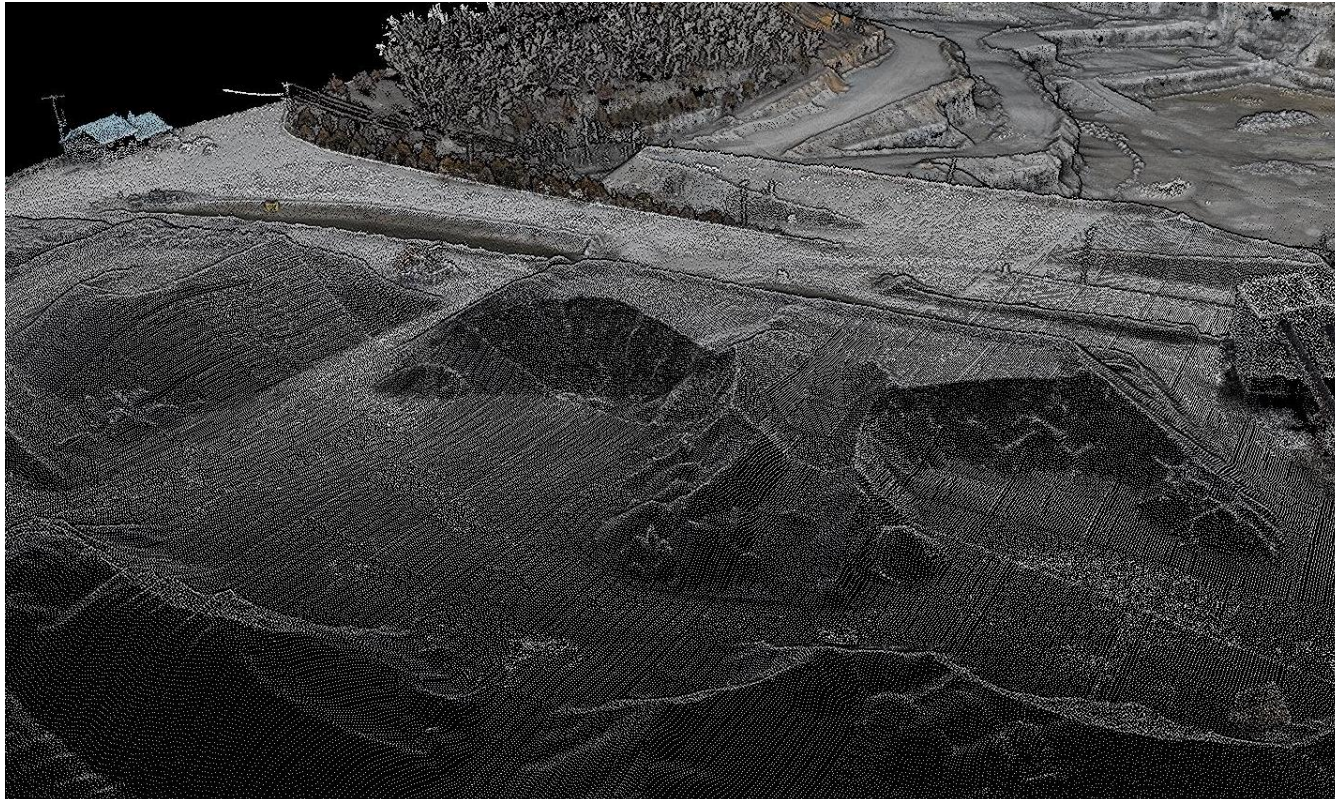
Fonte: www.fotografiealvolo.it/monitoraggio-cantieri-con-drone/



Uso di droni nelle attività relative all'ingegneria civile

Applicazioni dei droni nei cantieri

- **Creazione di mappe e modelli 3D**

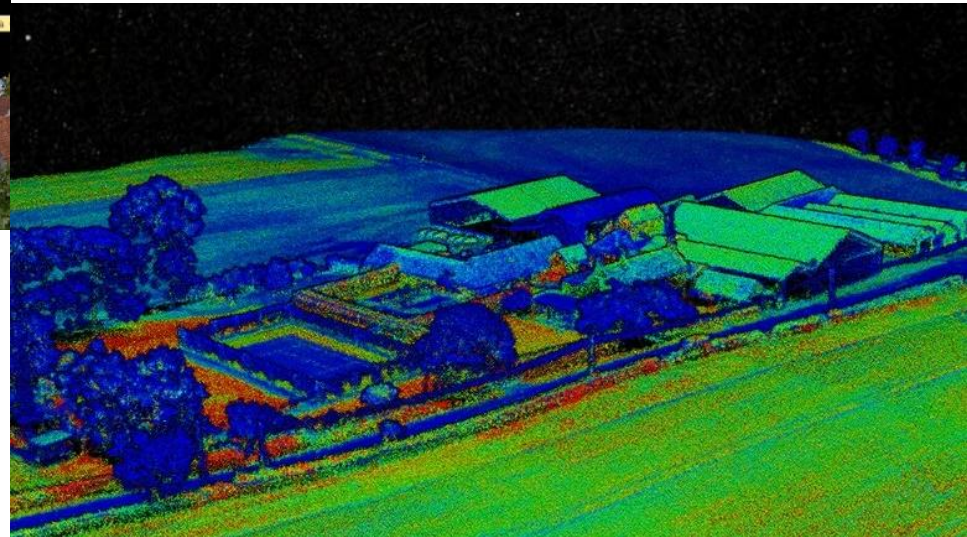




Uso di droni nelle attività relative all'ingegneria civile

Applicazioni dei droni nei cantieri

- **Creazione di mappe e modelli 3D**

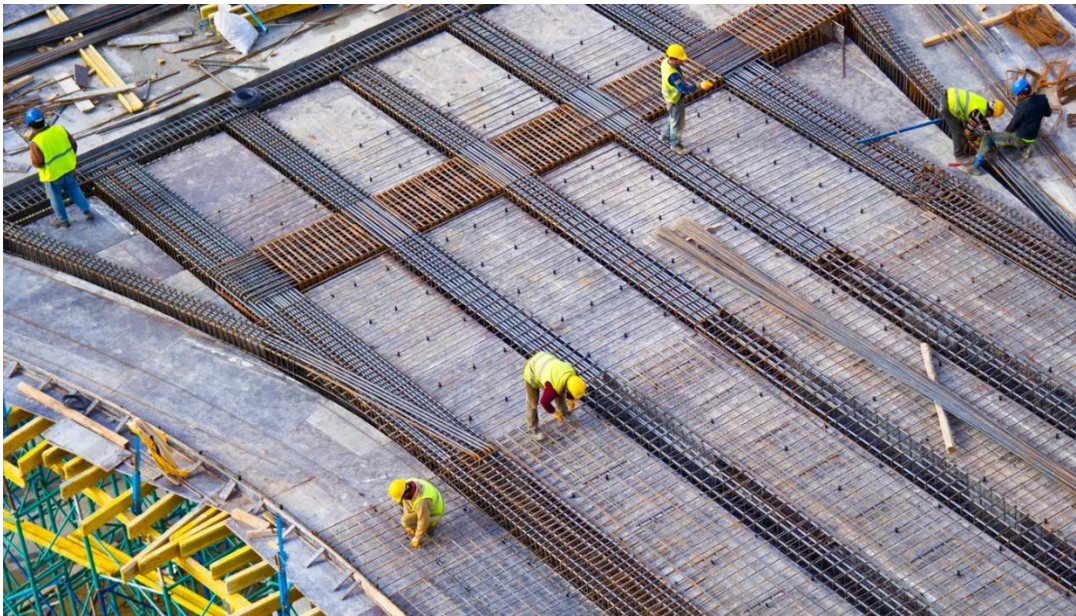




Uso di droni nelle attività relative all'ingegneria civile

Applicazioni dei droni nei cantieri

- **Monitoraggio della sicurezza** → situazioni potenzialmente pericolose o comportamenti non conformi alle regole di sicurezza

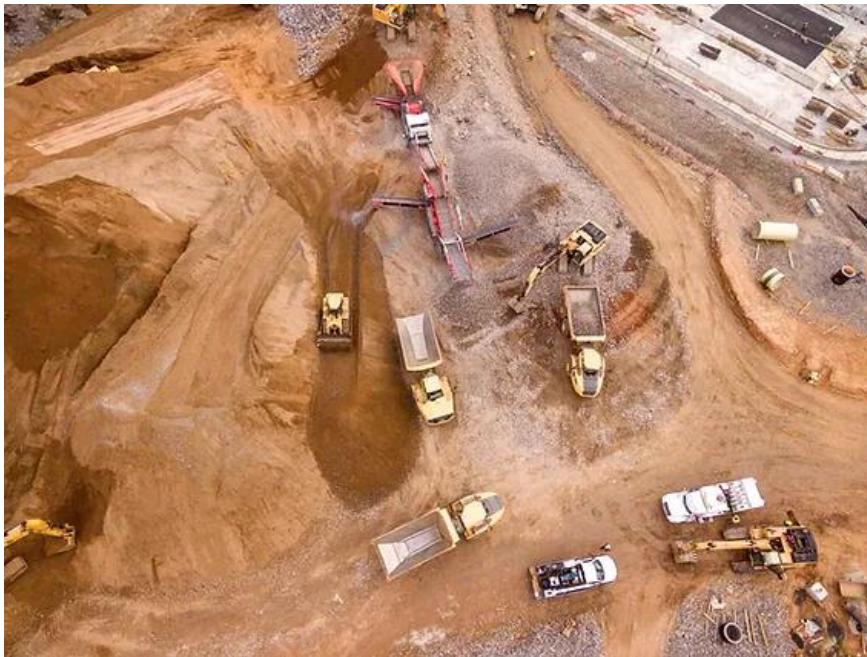




Uso di droni nelle attività relative all'ingegneria civile

Applicazioni dei droni nei cantieri

- **Valutazioni pre-costruzione/terreno** → sorvolo dell'area per informazioni dettagliate.

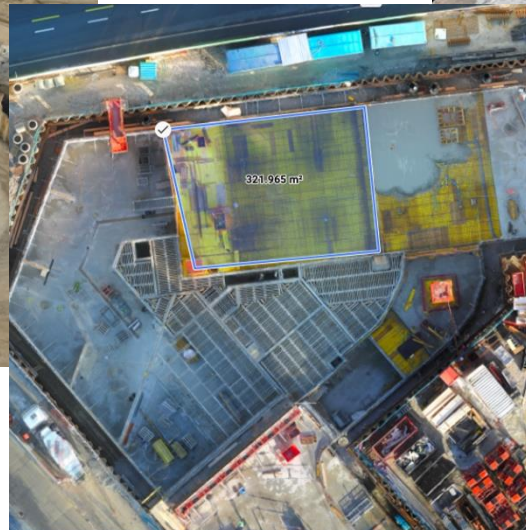
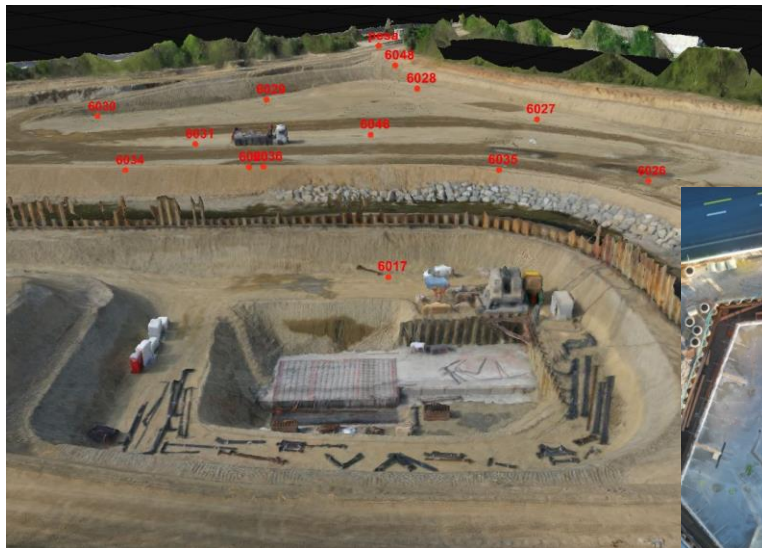




Uso di droni nelle attività relative all'ingegneria civile

Applicazioni dei droni nei cantieri

- **Gestione delle risorse** → tracciamento posizione delle attrezzature e monitoraggio consumo materiali (ottimizzazione gestione risorse).

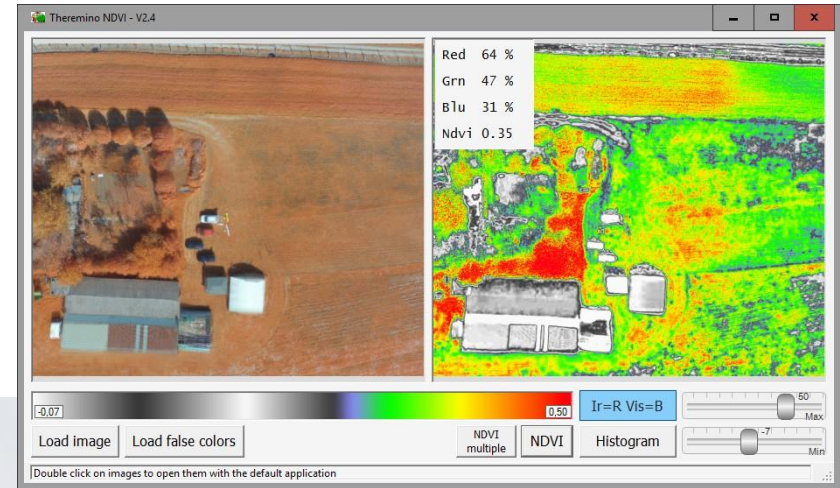




Uso di droni nelle attività relative all'ingegneria civile

Applicazioni dei droni nei cantieri

- **Monitoraggio Ambientale**



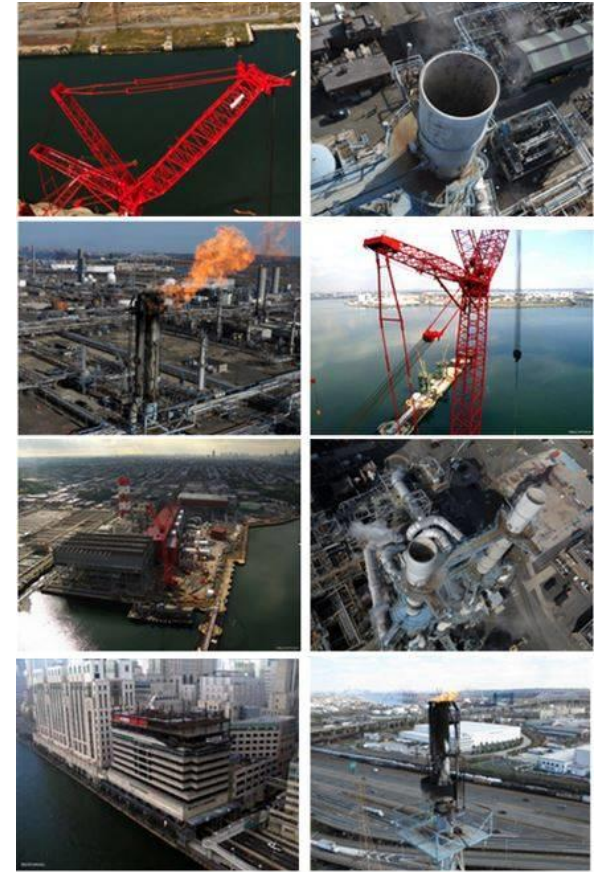


Uso di droni nelle attività relative all'ingegneria civile

1) Applicazioni dei droni nei cantieri - **Ispezione delle Strutture Complesse**



[Video 1](#) + [Video 2](#)

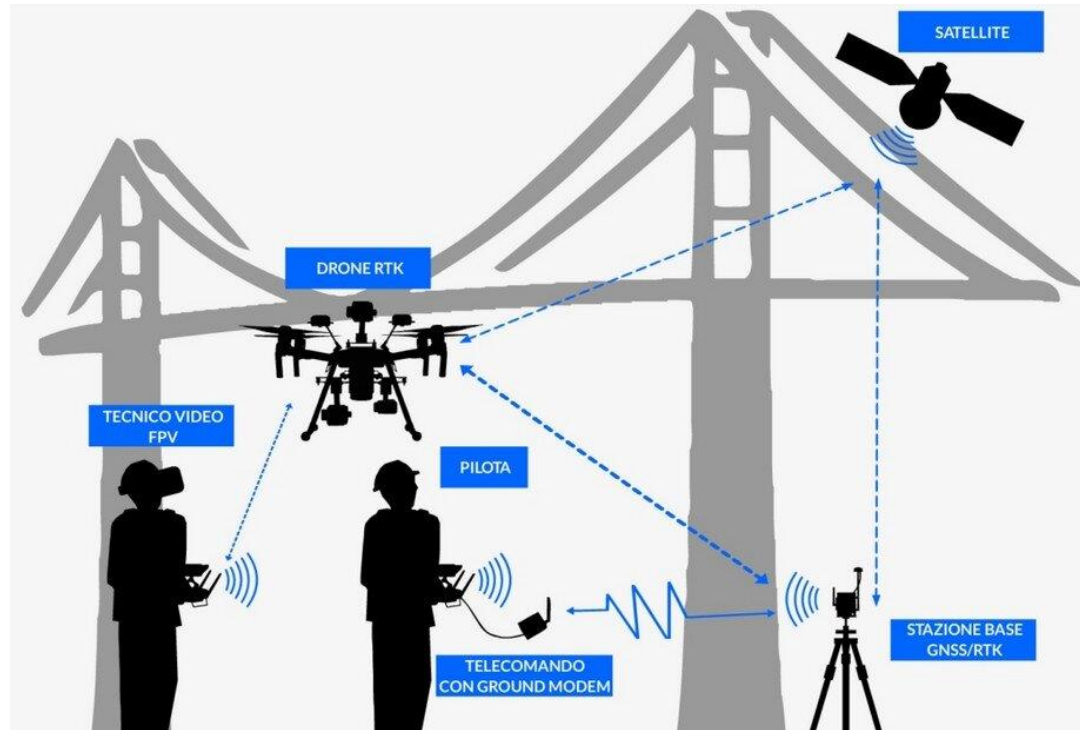




Uso di droni nelle attività relative all'ingegneria civile

Applicazioni dei droni nei cantieri

- Ispezione delle Strutture Complesse

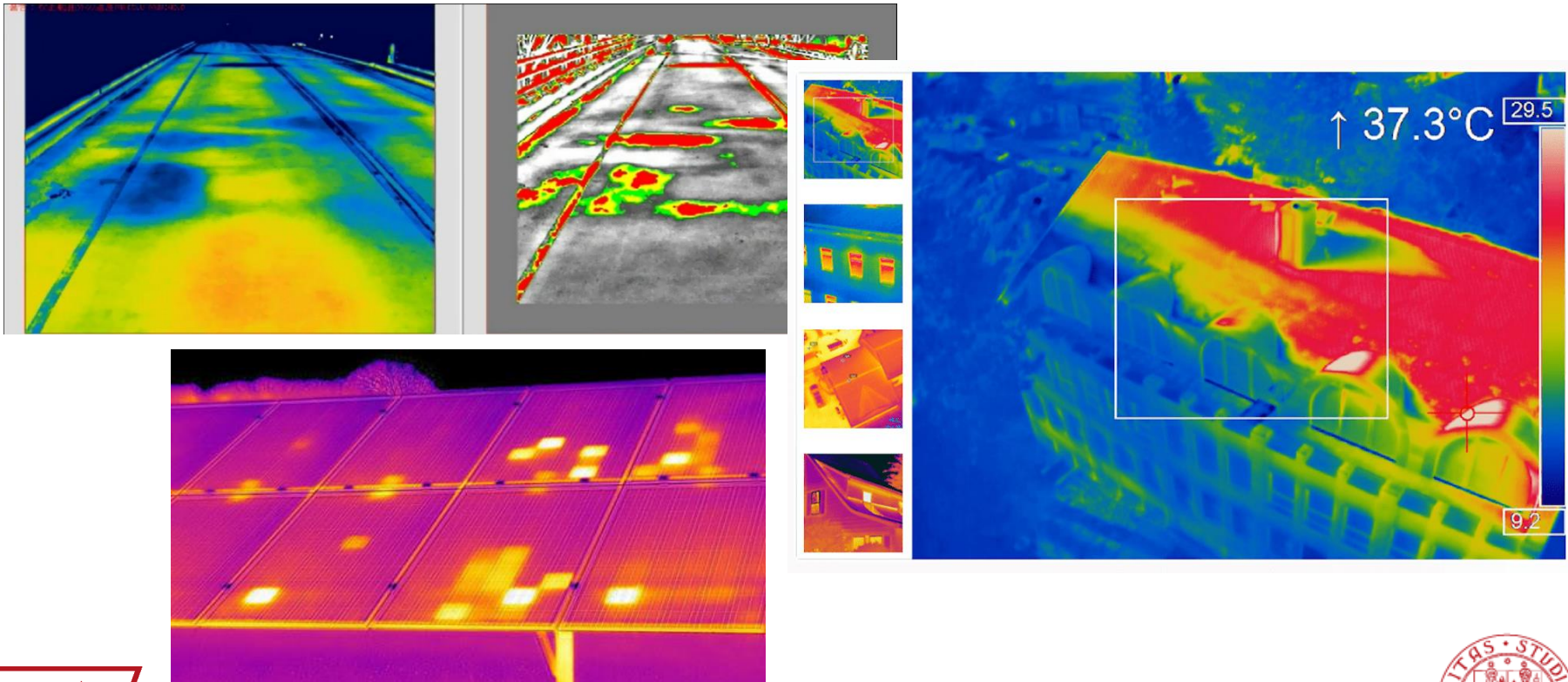




Uso di droni nelle attività relative all'ingegneria civile

Applicazioni dei droni nei cantieri

- Ispezione delle Strutture Complesse





Uso di droni nelle attività relative all'ingegneria civile

Alcuni esempi:

- controllo in cantiere e spazi confinati ([video](#)),
- monitoraggio cantiere ([video](#)),
- ispezione di un cantiere di un edificio ([video](#)),
- costruzione di un'infrastruttura di trasporto ([video](#)),
- monitoraggio cantiere demolizione e costruzione ponte ([video](#)),
- Sorvolo del cantiere della linea AV/AC VR-VI ([video](#)).

Inoltre l'impiego di droni non deve risultare una fonte di problemi ...
.... [video](#)

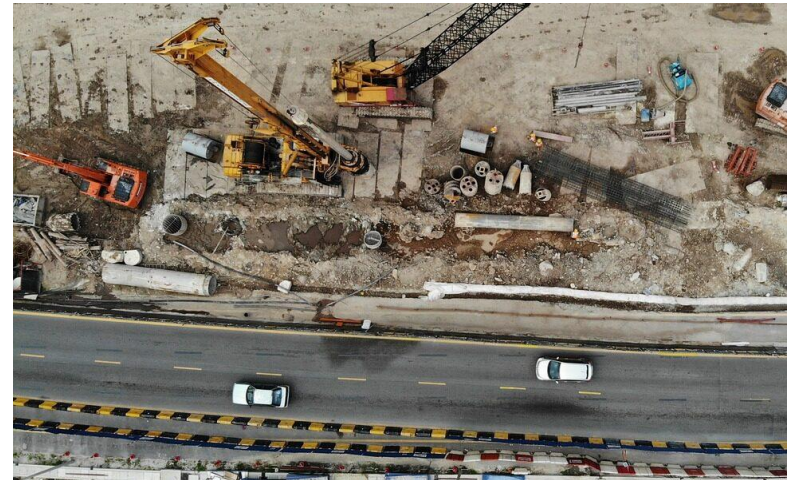
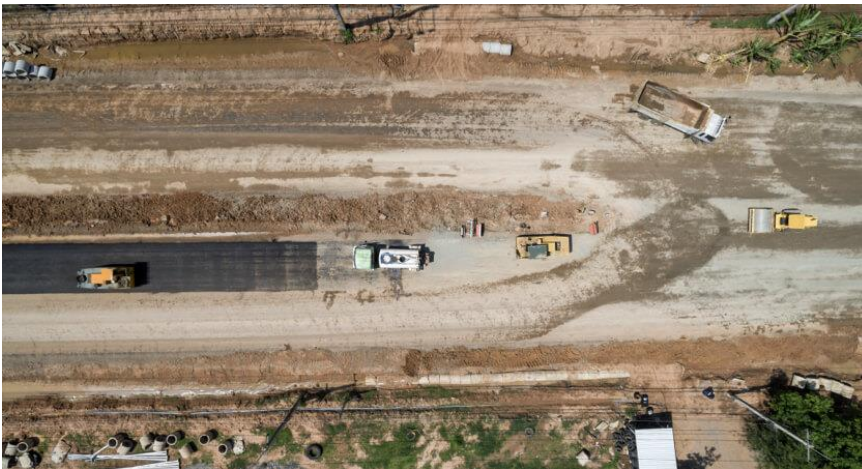




Uso di droni nelle attività relative all'ingegneria civile

Cantiere di costruzione di una nuova autostrada/strada principale.

Esempio/scenario: un'azienda di costruzioni è impegnata nella costruzione di un tratto autostradale lungo diversi chilometri. Il progetto include varie attività/lavorazioni (scavi, livellamento del terreno, posa del manto stradale e costruzione di opere accessorie, ecc.). Simulazione attività ispettiva con drone.





Uso di droni nelle attività relative all'ingegneria civile

Cantiere di costruzione di una nuova autostrada/strada principale.

Processo di ispezione con droni

- 1. Pianificazione del volo:** il percorso di volo del drone viene pianificato con waypoint (per coprire tutta l'area del cantiere) utilizzando un software di gestione dei droni. Devono essere considerati ostacoli fisici e normative.





Uso di droni nelle attività relative all'ingegneria civile

Cantiere di costruzione di una nuova autostrada/strada principale.

Processo di ispezione con droni

2. Esecuzione della missione: un operatore autorizzato fa decollare il drone; percorso pianificato viene seguito in modalità automatica o semi-automatica, catturando immagini ad alta risoluzione e video; durante il volo, i sensori del drone possono raccogliere fotografie, video, dati topografici e misure (distanze e angoli).





Uso di droni nelle attività relative all'ingegneria civile

Cantiere di costruzione di una nuova autostrada/strada principale.

Processo di ispezione con droni

3. Monitoraggio della sicurezza: il drone può individuare eventuali rischi per la sicurezza (assenza DPI o macchinari posizionati in modo pericoloso).





Uso di droni nelle attività relative all'ingegneria civile

Cantiere di costruzione di una nuova autostrada/strada principale.

Processo di ispezione con droni

4. Raccolta e analisi dei dati: i dati raccolti vengono importati in software di modellazione 3D e GIS per creare modelli dettagliati del cantiere → confronto del lavoro svolto vs cronoprogramma (identificare eventuali ritardi o incongruenze).





Uso di droni nelle attività relative all'ingegneria civile

Cantiere di costruzione di una nuova autostrada/strada principale.

Processo di ispezione con droni

5. Rapporti e documentazione: definizione di rapporti visivi dettagliati, che possono essere condivisi con le parti interessate per i più svariati motivi (progresso del progetto, conformità alle normative, ecc.).





Indice presentazione

3. Droni equipaggiati con AI

- a. introduzione ai droni e alla mobilità aerea urbana,
- b. quadro normativo,
- c. regolamentazione sull'uso dei droni,
- d. tecnologie principali dei droni,
- e. uso di droni nelle attività relative all'ingegneria civile,
- f. tecnologie AI,**
- g. impatti e vantaggi,
- h. conclusioni e prospettive future.





Tecnologie AI

Tecnologie complementari e intelligenza artificiale (IA)

Necessaria integrazione con altre tecnologie (sistemi di gestione, sensori termici, software di analisi dati)...

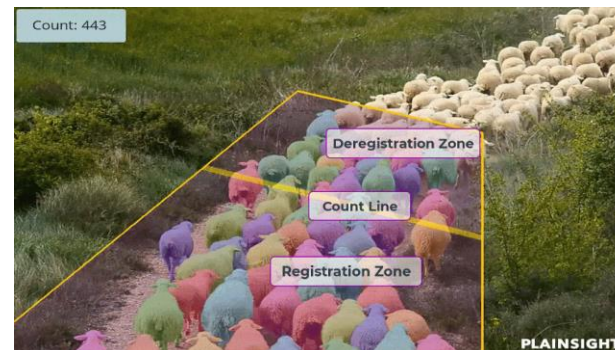
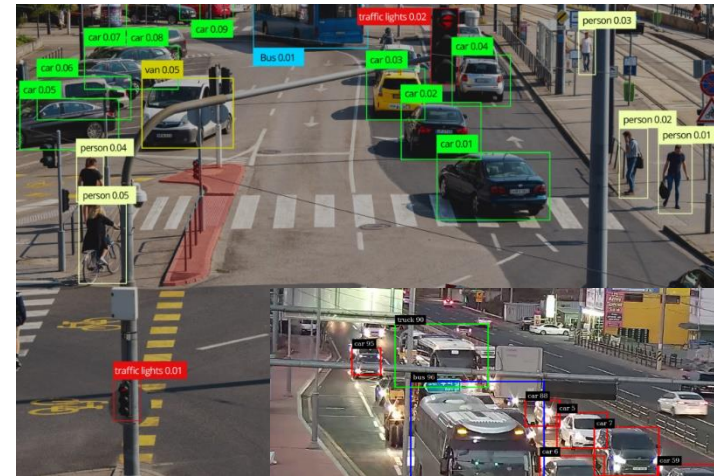
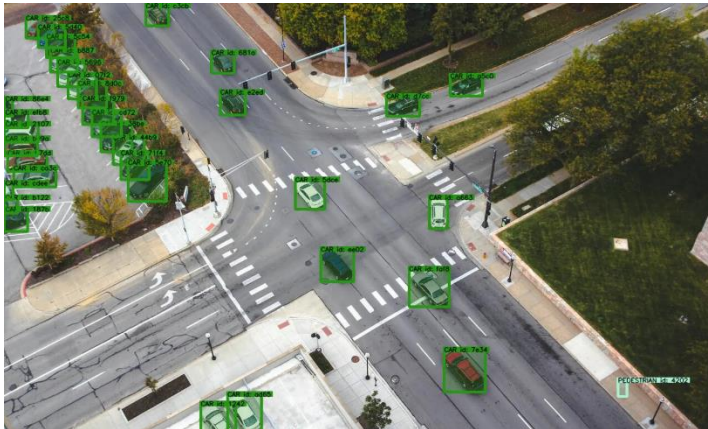
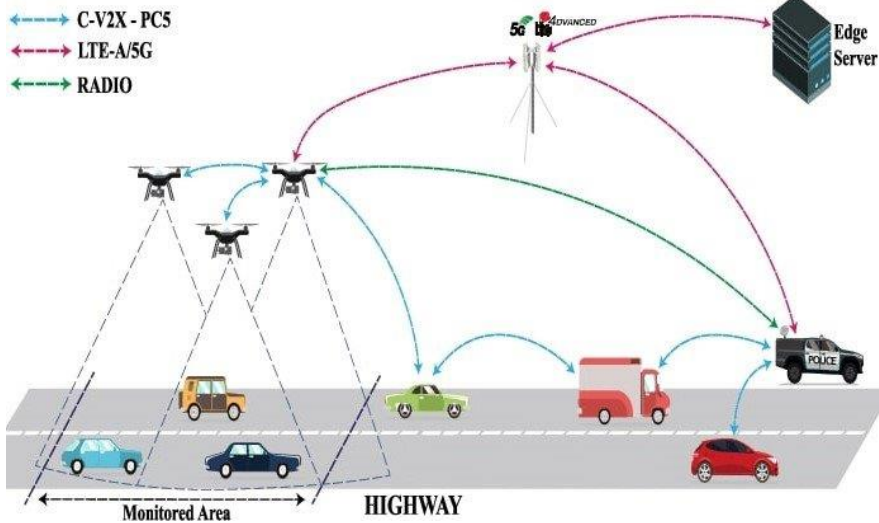
... e con IA:

- visione artificiale,
- *machine learning* e analisi predittiva,
- riconoscimento delle immagini e computer vision,
- navigazione e pianificazione del percorso,
- interazione con l'*Internet of Things* (IoT),
- algoritmi di rilevamento e tracciamento,
- elaborazione dei dati in tempo reale,
- *deep learning*.





Tecnologie AI





Tecnologie AI

Droni Autonomi

→ algoritmi avanzati e intelligenza artificiale possono rendere autonomi i droni (programmazione ed esecuzione missioni autonome, analisi di dati raccolti, invio di report automatici con segnalazioni di eventuali anomalie).

Rilevamento e Analisi

I droni possono imparare a rilevare specifici elementi, come il tipo di macchinari o di operazioni, migliorando l'accuratezza delle ispezioni ([video](#))





Indice presentazione

3. Droni equipaggiati con AI

- a. introduzione ai droni e alla mobilità aerea urbana,
- b. quadro normativo,
- c. regolamentazione sull'uso dei droni,
- d. tecnologie principali dei droni,
- e. uso di droni nelle attività relative all'ingegneria civile,
- f. tecnologie AI,
- g. impatti e vantaggi,**
- h. conclusioni e prospettive future.

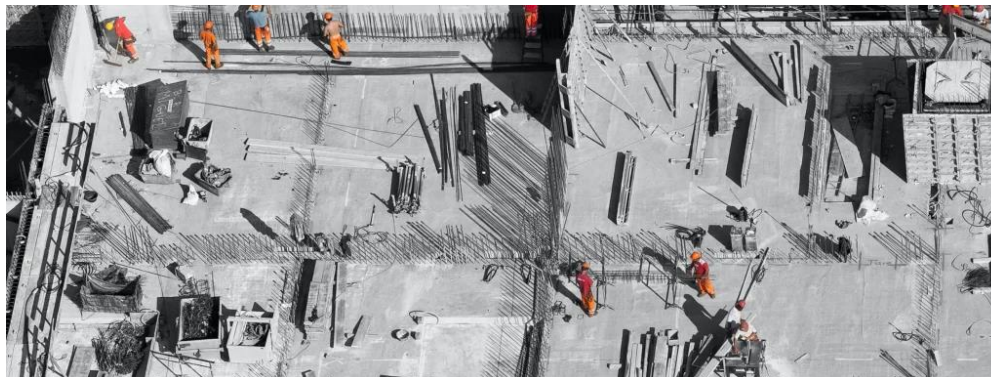




Impatti e vantaggi

Benefici dell'uso dei droni

- riduzione dei tempi (giorni o settimane vs poche ore),
- maggiore sicurezza (no operazioni in aree pericolose),
- precisione, comunicazione e condivisione dei dati (decisioni più informate e rapide),
- monitoraggio in tempo reale (risposta rapida agli imprevisti),
- riduzione dei costi (alto investimento iniziale vs efficienza operativa migliorata).





Impatti e vantaggi

Limitazioni - considerazioni

- normative (regolamenti, specifiche licenze, ecc.),
- durata della batteria (autonomia limitata),
- condizioni meteorologiche (influenza negativa su operatività dei droni),
- protezione dei dati (normative sulla privacy e la protezione delle informazioni sensibili).





Indice presentazione

3. Droni equipaggiati con AI

- a. introduzione ai droni e alla mobilità aerea urbana,
- b. quadro normativo,
- c. regolamentazione sull'uso dei droni,
- d. tecnologie principali dei droni,
- e. uso di droni nelle attività relative all'ingegneria civile,
- f. tecnologie AI,
- g. impatti e vantaggi,
- h. conclusioni e prospettive future.**





Conclusioni e prospettive future

I droni:

- rappresentano un'**innovazione** fondamentale nel settore dell'ingegneria civile,
- migliorano **produttività e sicurezza**,
- riducono **costi e tempi** (ispezione e rilevamento);
- rendono più **efficienti** e più **precise** le **operazioni**.

Il futuro dell'uso dei droni nel settore dell'ingegneria civile e nei cantieri:

- adozione di **modelli autonomi** con **intelligenza artificiale**, capaci di analizzare i dati raccolti e segnalare anomalie autonomamente;
- saranno strumenti sempre più indispensabili per il settore delle costruzioni grazie a sensori e all'integrazione con tecnologie IoT.





CONVEGNO ON LINE
MERCOLEDÌ 20 NOVEMBRE 2024, ORE 15.00 - 18.00

Introduzione all'AI nelle attività di costruzione e automazione

I

CONSIGLIO NAZIONALE
DEGLI INGEGNERI



GRAZIE PER L'ATTENZIONE

Marco Pasetto e Giovanni Giacomello

marco.pasetto@unipd.it – giovanni.giacomello@unipd.it

Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile ed Ambientale (DICEA)

Università degli studi di Padova



**DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA
CIVILE, EDILE E AMBIENTALE**
DEPARTMENT OF CIVIL, ENVIRONMENTAL
AND ARCHITECTURAL ENGINEERING



**UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA**