

Francesco D'Alessandro

# I DRONI IN EDILIZIA

MANUALE TECNICO PER L'UTILIZZO, LA PROGRAMMAZIONE  
E L'IMPIEGO NEL SETTORE EDILE

SECONDA EDIZIONE

Prefazione di Giandomenico Demartini



SOFTWARE INCLUSO

NORME E MODULISTICA RELATIVE ALL'USO DEI DRONI

**Glossario** (principali termini tecnico-normativi), **F.A.Q.** (domande e risposte sui principali argomenti),  
**Test iniziale** (verifica della formazione di base), **Test finale** (verifica dei concetti analizzati)



GRAFILL

## INDICE

➤	<b>RINGRAZIAMENTI</b> .....	p.	1
➤	<b>PREFAZIONE</b> di GIANDOMENICO DEMARTINI .....	"	3
➤	<b>INTRODUZIONE</b> di FRANCESCO D'ALESSANDRO .....	"	5
<b>1.</b>	<b>I DRONI: UN PO' DI STORIA</b> .....	"	7
<b>1.1.</b>	L'ABC e un po' di termini tecnici e di acronimi.....	"	9
<b>2.</b>	<b>L'EVOLUZIONE DELLA NORMATIVA</b> .....	"	15
<b>2.1.</b>	Il quadro internazionale .....	"	15
<b>2.2.</b>	Gli aeromobili e gli APR per il codice della navigazione italiano.....	"	15
<b>2.2.1.</b>	Sistemi con APR di massa al decollo massima minore di 25 kg .....	"	15
<b>2.2.2.</b>	Sistemi con APR di massa al decollo massima maggiore o uguale a 25 kg .....	"	16
<b>3.</b>	<b>LE MODIFICHE AL REGOLAMENTO ENAC</b> .....	"	19
<b>4.</b>	<b>ARCHITETTURA DEI DRONI: CARATTERISTICHE TECNICHE E SICUREZZA</b> .....	"	24
<b>4.1.</b>	Il Sistema .....	"	24
<b>4.1.1.</b>	Il Velivolo.....	"	25
<b>4.1.2.</b>	Il radiocomando .....	"	34
<b>4.1.3.</b>	Carico accessorio .....	"	36
<b>4.1.4.</b>	Ground Station .....	"	40
<b>4.1.5.</b>	Logistica.....	"	41
<b>5.</b>	<b>USO DEL GPS</b> .....	"	44
<b>5.1.</b>	Come usare il GPS .....	"	53
<b>6.</b>	<b>L'IMPIEGO DEI DRONI</b> .....	"	57
<b>6.1.</b>	I droni nel settore edile .....	"	60
<b>7.</b>	<b>RILIEVI DI SUPPORTO ALLA PROGETTAZIONE EDILIZIA</b> .....	"	70

<b>8. CANTIERI</b> .....	p.	72
<b>9. MONITORAGGIO E SICUREZZA</b> .....	"	78
<b>10. PERIZIE</b> .....	"	81
<b>11. ISPEZIONI DEL FUNZIONAMENTO DI PANNELLI FOTOVOLTAICI</b> .....	"	84
<b>12. ISPEZIONI E CONTROLLI STRUTTURALI DI PONTI, CONDOTTI E COPERTURE, CAMINI E TETTI</b> .....	"	86
<b>13. 3D OPERE EDILI E VALUTAZIONE DELL'IMPATTO AMBIENTALE</b> ....	"	88
<b>14. FOTOGRAFIA AEREA, FOTOGRAMMETRIA E TELERILEVAMENTI</b> .....	"	92
<b>15. RICERCA &amp; SVILUPPO: TECNICHE DI CROWDFUNDING PER ACCELERARE LA R&amp;S</b> .....	"	101
<b>16. UNA MERAVIGLIA DELL'INNOVAZIONE: EFESTO</b> .....	"	112
<b>17. 2KO: IL PRIMO E INNOVATIVO CARGO AD ALA FISSA GONFIABILE</b> .....	"	114
<b>18. UNA PROVOCAZIONE: L'ANTI-DRONE</b> .....	"	117
<b>19. CONCLUSIONI</b> .....	"	119
↳ <b>SCHEDE TECNICHE DEI PRINCIPALI DRONI IN COMMERCIO</b> .....	"	121
↳ <b>APPENDICE</b> .....	"	151
– <b>REGOLAMENTO ENAC – Mezzi aerei a pilotaggio remoto</b> .....	"	153
– <b>DISPOSIZIONE ENAC – Regolamento “Mezzi aerei a pilotaggio remoto” – Dilazione termini di applicazione delle norme transitorie</b> .....	"	173
– <b>LETTERA ENAC 0136156/CRT del 29 dicembre 2015 – Regolamento “Mezzi aerei a pilotaggio remoto” – Chiarimenti</b> .....	"	174
↳ <b>BIBLIOGRAFIA, ACRONIMI E SITI</b> .....	"	177
↳ <b>INSTALLAZIONE DEL SOFTWARE INCLUSO</b> .....	"	179
– <b>Note sul software incluso</b> .....	"	179
– <b>Requisiti hardware e software</b> .....	"	179
– <b>Download del software e richiesta della password di attivazione</b> .....	"	179
– <b>Installazione ed attivazione del software</b> .....	"	180

## L'IMPIEGO DEI DRONI

Se dovessimo fare un semplice elenco dei possibili impieghi lo stesso sarebbe incompleto perché l'unico limite nell'utilizzo di un drone è nella fantasia e nel pensiero umano. Per ciascun impiego ovviamente bisogna anche progettare e realizzare le opportune misure di sicurezza.

Questo potrebbe essere l'esempio di un elenco incompleto:

- Edilizia e avanzamento lavori (strutture, tetti, ponti, pilastri, viadotti, dighe);
- Monitoraggio cantieri;
- Abusivismo edilizio;
- Palificazioni varie e linee elettriche;
- Telerilevamenti;
- Perizie ed Ispezioni;
- Aerofotogrammetria;
- Cartografia di precisione;
- Ampliamento della connessione internet;
- Ricerca dispersi;
- Primo Soccorso;
- Trasporto medicinali;
- Ispezione e studio del patrimonio artistico;
- Monitoraggio dei siti archeologici;
- Investigazioni e attività di Polizia Giudiziaria;
- Sicurezza dei plessi industriali e videosorveglianza;
- Incendi;
- Ordine Pubblico;
- Vigilanza Frontiere;
- Agricoltura;
- Rilevamenti su terreni agrari, archeologici, geologici;
- Valutazione dissesto idrogeologico;
- Monitoraggio corsi d'acqua e stima della velocità superficiale dei corsi d'acqua in condizioni in cui le tecniche tradizionali non possono essere applicate;
- Inquinamento;
- Bracconaggio;
- Contrabbando;
- Sport;
- Giornalismo;
- TV, spot pubblicitari, documentari;
- Viabilità e traffico;

- Perizie assicurative;
- Rilevazioni termografiche;
- Riprese in mare e controllo coste;
- Eventi vari e sportivi, spettacoli/manifestazioni;
- Wedding planner;
- Cinematografia;
- Ecc. ...

Negli ultimi decenni, lo sviluppo tecnologico ha fornito ai sistemi APR una sempre più ampia scelta di componentistica avanzata, di sensori, di videocamere digitali e termiche ad infrarossi, camere multi spettrali fino ad arrivare a sensori più evoluti come ad esempio i sensori per la rilevazione della radioattività (alfa, beta e gamma) e quelli per le misurazioni come i sensori LIDAR (*Light Detection and Ranging* – che utilizzano onde radio per rilevare misure e distanze) e/o per il monitoraggio della qualità dell'aria, per lo studio dei suoni, ecc. ...

Vediamo nello specifico alcuni esempi particolari di applicazione.

### **Edilizia**

L'impiego nel campo edile è quanto di più naturale e funzionale possa essere per il drone. A parte la funzione militare e tutti gli altri impieghi che vedremo, la natura stessa del drone equipaggiato della necessaria strumentazione si presta a molti ambiti del settore: dalle esigenze di mappatura e di aerofotogrammetria, alle perizie, valutazione stati delle condotte e coperture, rilievi e valutazione degli stati avanzamento lavori, rilievi topografici e termografici, misurazioni fisiche e geometriche, termiche, radioattive e geologiche, valutazioni sul terreno e sullo stato idrogeologico, manutenzioni, riparazione e ricerca guasti, trasporto materiali, sorveglianza e verifica delle condizioni di sicurezza nei cantieri, riprese video di cantieri di grandi opere pubbliche come strade, cave, discariche, ispezioni e controlli sull'abusivismo e tutto ciò per tutti i tipi di strutture, tetti, ponti, pilastri, viadotti, dighe, strutture mobili, terreni, pannelli solari, grandi linee, palificazioni varie e linee elettriche. Più grande è il cantiere e più diversificato ed indispensabile è l'uso. Droni molto grandi e potenti sono stati utilizzati anche nei cantieri di Expo 2015 con evidentissimi vantaggi. Anche in fase preliminare di progettazione e studio architettonico l'uso si rende indispensabile per valutare l'impatto paesaggistico. Dicevo, più grande è il cantiere più utile e conveniente economicamente risulta l'utilizzo di un drone. Nei casi particolari, ad esempio, in cui un carpentiere, al lavoro su di una struttura a sbalzo, si trovi sprovvisto di uno specifico utensile o di materiali di costruzione di cui non prevedeva l'utilizzo o abbia urgente bisogno di minuteria o di altra mini componentistica, la cui necessità di impiego viene verificata solo al momento del sopralluogo e della verifica, ecco che un drone potrebbe essere perfetto per una rapida azione di trasporto in loco *del necessario, laddove far tornare a terra un operaio comporterebbe una notevole perdita di tempo ed usare altre attrezzature, tipo una gru o un carrello elevatore, potrebbe essere non possibile o troppo costoso.*

### **Sicurezza territoriale, delle frontiere e lotta ai narcotrafficienti**

L'esercito USA ha iniziato ad impiegare gli APR nei cieli dei Paesi confinanti dopo all'uccisione dell'agente segreto Jaime Zapata, freddato da alcuni uomini armati nel Nord del Messico il 15 febbraio 2011. Le azioni congiunte USA-Messico sono state definite dai due presidenti

Barack Obama e Feliper Calderon, con la finalità di adottare una strategia aggressiva per mettere fine all'escalation di violenza dei trafficanti di droga. Gli stessi Stati Uniti e i Paesi dell'America latina stanno dotando le loro imbarcazioni di pattugliamento delle frontiere e di sorveglianza delle coste di APR molto evoluti che vengono fatti volare anche durante operazioni di abbordaggio e controllo per verificare i movimenti dalla parte opposta a quella di abbordaggio e per video-registrare anche con audio tutte le operazioni sia ai fini investigativi sia ai fini della formazione militare. Gli APR verranno impiegati per segnalare i movimenti e la forza numerica dei narcotrafficanti. Questi speciali APR sono iper-attrezzati e volano a 15-20 km d'altezza, praticamente invisibili da terra, e in un solo giorno possono controllare minuziosamente un'area di circa 100.000 km quadrati registrando tutte le operazioni.

### ***Monitoraggio centrali termoelettriche e impianti industriali***

Gli APR possono essere utilizzati anche per monitorare nel tempo gli impianti di produzione di energia elettrica, o più in generale impianti industriali, utilizzando degli appositi sensori come termocamere, camere spettrali, sensori di umidità e di monitoraggio della qualità dell'aria, sensori per la raccolta di dati circa elementi radioattivi o possibili tali e sensori per misurazioni ad hoc.

### ***Telerilevamento***

Il telerilevamento, in inglese *Remote Sensing*, è la disciplina tecnico-scientifica o scienza applicata con finalità diagnostico-investigative che permette di ricavare informazioni, qualitative e quantitative, sull'ambiente e su oggetti posti a distanza da un sensore mediante misure di radiazione elettromagnetica (emessa, riflessa o trasmessa) che interagisce con le superfici fisiche di interesse. Grazie alla possibilità di volare anche a quote molto basse e di disporre di sensori di piccole dimensioni ma di buona qualità, gli APR appartenenti in particolare alla categoria mini possono essere utilizzati per applicazioni legate al telerilevamento quali la creazione di mappe di vigore di colture agricole e monitoraggio dello stato di salute della vegetazione, la creazione di mappe di copertura e uso del suolo, per l'analisi e il supporto nelle fasi immediatamente successive a calamità naturali oppure per il monitoraggio e la mappatura delle dispersioni termiche di edifici (case, capannoni, impianti industriali) privati e pubblici in un periodo, come quello attuale, in cui si parla molto di sviluppo sostenibile e perdita di terreno da destinare ad aree verdi.

### ***Aerofotogrammetria e rilievo dell'architettura***

La fotogrammetria è una tecnica di rilievo che permette di acquisire dei dati metrici di un oggetto (forma e posizione) tramite l'acquisizione e l'analisi di una coppia di fotogrammi stereometrici. Con l'avvento delle camere digitali di ridotte dimensioni (compatte o reflex), ma che possono garantire un elevato standard qualitativo relativamente all'immagine prodotta, la fotogrammetria può essere accostata agli APR e al loro utilizzo per la creazione di Modelli digitali del terreno (DTM), produzione ortofoto e, allo stesso tempo, per il rilievo architettonico di infrastrutture ed edifici per la creazione di modelli 3D.

### ***Monitoraggio ambientale, calamità naturali e ricerca dispersi***

Gli APR possono dare una mano incredibile al monitoraggio ambientale e delle aree colpite gravemente da terremoti e inondazioni. Ma anche per il trasporto di materiali di soccorso da un

capo all'altro in caso di interruzione delle vie di collegamento. Il primo uso in questo senso è rappresentato dagli APR statunitensi Global Hawk che hanno sorvolato la Centrale nucleare di Fukushima Dai-ichi, in Giappone, addentrandosi nella zona vietata ("no go zone"), col fine di monitorare i reattori dopo le esplosioni causate dal terremoto del Tōhoku del 2011, scattando anche foto con i sensori a infrarossi e rilevando dati importantissimi quali radioattività, umidità, temperatura. L'alta radioattività rendeva infatti impossibile l'avvicinamento degli esseri umani. Allo stesso modo è insostituibile l'attività per la ricerca di dispersi anche in notturna grazie agli infrarossi.

### ***Biodiversità e monitoraggio fauna***

Gli APR possono essere utilizzati per il monitoraggio degli animali selvatici e il controllo numerico periodico per quelle specie con un alto tasso di riproduzione che potrebbero essere un problema sia per la biodiversità dell'ambiente in cui vivono sia per quanto riguarda i danni economici causati alle produzioni agricole e zootecniche presenti sul territorio.

Nello scenario tecnologico italiano grandissima importanza assume il progetto SMAT (Sistema di Monitoraggio Avanzato del Territorio) che ha l'obiettivo di condurre un'attività di ricerca per la prevenzione degli eventi catastrofici naturali (alluvioni, frane, incendi, inquinamento, terremoti, traffico e urbanistica). I diversi interventi sono denominati con l'acronimo SMAT-F1, SMAT-F2, ecc. ... SMAT-F1 è durato 36 mesi si è già concluso dimostrando la possibilità ed utilità effettiva dell'utilizzo integrato delle tre piattaforme UAV all'interno di uno scenario operativo primario, rilevante per la Regione Piemonte. I tre sistemi utilizzati sono stati lo Sky-Y di Alenia Aeronautica, il Falco di SELEX Galileo e il C-Fly della Nimbus. F1 è solo la prima fase del progetto complessivo raccolta dati ed intervento su uno scenario operativo primario, rilevante per la Regione Piemonte. La seconda fase SMAT-F2 è già iniziata a Gennaio 2013 e durerà anche questa 36 mesi. In questa fase bisognerà approfondire alcune tematiche specifiche quali l'autonomia dei sistemi UAS, la sensoristica, il peso trasportabile, le interfacce end-user & services da usare, l'integrazione degli UAS nello spazio aereo e le modalità di elaborazione e restituzione finale dei risultati, rispetto alla grande mole di dati acquisiti.

Due buoni abitudini prima della missione:

- 1) preparare il piano di volo (tra l'altro obbligatorio per voli oltre i 150 m di altezza);
- 2) eseguire la check-list per valutare l'efficienza e la disponibilità di tutti i componenti principali del Sistema.

## **6.1. I droni nel settore edile**

Entrando nel dettaglio del settore edile, sempre più tra geologi, ingegneri, geometri, architetti e archeologi si sta diffondendo la tecnologia del telerilevamento con i droni. È difficile contarli ma dagli ultimi convegni sembra emerso che siano già qualche migliaio in Italia che hanno deciso di affiancare a matita e compasso anche le opportunità offerte dai sofisticati sensori montati su questi robot volanti. Ancora pochi ma il numero è destinato a crescere in maniera esponenziale perché il vantaggio competitivo che si può offrire al proprio Cliente fa davvero la differenza e, in più, i rilievi diventano più semplici da eseguirsi, più precisi ed economici e mostrati al Cliente finale in formato diverso, più esaustivo e completo di dati.

Anche l'interfaccia grafica rimane una scelta importante perché anche all'epoca dei droni rimane sempre valido il detto "anche l'occhio vuole la sua parte". Numerose sono le nuove soluzioni tecnologiche per il telerilevamento. Tra queste, ci sono i droni ad ala rotante "FlyNovex" e ad ala fissa "FlyGeo", entrambi sviluppati dalla start-up romana FlyTop. Proprio il "FlyGeo", può essere dotato di una macchina fotografica Sony A6000 24.7 Mpx, capace di acquisire immagini geo-referenziate ad una risoluzione finora impossibile. Ci sono poi i droni della società ravennate Italdron come il multirotores "Scrabble 8HSE", dotato di 8 motori e capace di realizzare video e foto di qualità cinematografica con macchine **Canon 5D** o Nikon D800.

Tra i droni in edilizia più noti figura il modello Frank\_2014 progettato dall'azienda piemontese Droniworld e il drone di **Star&Lemon**, entrambi presentati a Dronitaly a fine 2014 come due strumenti innovativi in grado di migliorare in maniera decisiva la qualità delle ispezioni, delle perizie assicurative, della ricerca guasti, del trasporto di minuteria in cantiere, ma anche per l'aerografia e la fotogrammetria oltre a diventare un **punto di forza nelle costruzioni di grandi dimensioni**. Frank\_2014 sarà molto **utile per aumentare e monitorare la sorveglianza dei cantieri e per favorire lo spostamento di minuteria metallica ed attrezzature** oltre che per verificare le condizioni di sicurezza in punti raggiungibili con difficoltà. Il drone di **Star&Lemon** invece – sarà in grado di realizzare foto e video con audio ad alta qualità – faciliterà le **ispezioni anche sulle vette di edifici molto alti in costruzione** o di punti di cantieri complessi che saranno raggiungibili più facilmente e più velocemente. Sempre a Dronitaly è stata presentata una nuova tecnologia a infrarossi: la **termocamera FLIR E60BX** che consente di confrontare e di sovrapporre i video della camera tradizionale e quelli della camera ad infrarossi restituendo un'immagine con una elevatissima **definizione dei dettagli**.

Altri ambiti dell'edilizia che possono giovare dall'uso dei droni sono la **termografia edile**, industriale e ambientale grazie alla quale è possibile fare **ricerca di guasti, quantificazione danni**, manutenzione preventiva, termografia delle discariche, verifiche qualitative degli isolanti, individuazione ponti termici e dispersioni termiche, indagini per la ricerca di guasti e perdite nei sistemi di riscaldamento, negli oleodotti e nei condotti in altura, controlli e perizie per manutenzioni sui viadotti autostradali, controllo dei pannelli solari fotovoltaici, supporto alla certificazione energetica e molto altro. Non credo che le imprese edili abbiano colto ancora appieno le potenzialità tecnologiche; tuttavia la strada dell'innovazione è breve e rapida ed adeguarsi sarà gioco-forza per molti; e molte nuove professioni collegate nasceranno a breve.

Oggi, con un drone opportunamente corredato di sensori ed attrezzatura ad hoc per video/ripresa anche a infrarossi e termometrica e potenti software è possibile, in tempo reale, fare rilevazioni su strade in costruzione, sui volumi di scavo, sui profili delle sezioni, sui riporti di terreno ed ottenere ogni altra informazione non ottenibile con tale tecnologia e con tali velocità e precisione.

Si riporta integralmente quanto detto dalla Menci Software di Arezzo in un'intervista a il-nuovocantiere.it:

*«Siamo nati come azienda di software applicati alla fotogrammetria: negli ultimi quattro anni – afferma Francesca Ceccaroni, executive manager della società aretina – ci siamo orientati sui droni e siamo i rivenditori italiani esclusivi di un prodotto svizzero. Commercializziamo droni ad ala fissa planante, di 700 grammi di peso e di autonomia di volo di 45 minuti a batteria, grazie al quale si realizza un'analisi fotogrammetrica di un km<sup>2</sup> a volo».*

Per velivoli delle dimensioni commercializzati dalla società di Arezzo, il costo si aggira sui 17 mila euro per la macchina, la batteria e il software di volo e di circa 5 mila euro per il software di elaborazione.

Sul mercato si muovono anche società di noleggio: in questo caso i costi sono parametrati al numero di ettari da rilevare o di ore di utilizzo degli apparecchi.



**Figura 6.1.** [Foto Alto Drones – fonte: ilnuovocantiere.it]

#### **Verso la filiera specializzata. Ma come si divide questo nuovo mercato in espansione?**

*«Il settore si può suddividere in due grandi aree – sostiene Michele Feroli, general manager di Skyrobotic –. Le società di rilievi topografici e aerofotogrammetrici, che scelgono questa particolare tecnologia per offrire valore aggiunto al loro lavoro e per essere più competitivi, e le aziende che realizzano business vendendo voli specializzati e servizi di vario tipo, effettuati tramite il telerilevamento di prossimità per ricognizione di corto raggio. Loro saranno i nuovi operatori aerodinamici di domani. Il settore, insomma, sta procedendo verso una progressiva specializzazione e sta emergendo la prima filiera specializzata».*

**Un dato curioso, che colpisce, è la provenienza delle principali società che operano su questo mercato: buona parte provengono infatti dal Centro Italia. E c'è un perché.**

*«Il motivo è presto detto – prosegue Feroli – nel Centro Italia esiste un polo produttivo specializzato legato al settore dell'aviazione e diverse aziende, come la nostra, provengono dal settore militare e come noi stanno riversando il loro know how nel settore civile».*

**È anche bene ricordare che il mercato, in questi ultimi anni, si è scremato: oggi c'è meno improvvisazione e più qualificazione e anche il semplice sguardo agli stand di Dronitaly basta a comprendere il cambio di fisionomia.**

*«In questa opera di selezione – prosegue il general manager di Skyrobotic – è stato utile il contributo della normativa di settore, necessariamente severa, ma a mio avviso è contata di più la percezione che si è riusciti a offrire della componente tecnologica, sempre più avanzata*

*e affidabile. Alla fine, l'utente finale comprende che un certo prodotto può essere utilizzato per giocare, mentre con un altro ci si lavora. La differenza sta in questo. Infatti, il mercato offre sempre meno prodotti assemblati e sempre più soluzioni industriali».*

### **Ma qual è il vantaggio reale, concreto dell'utilizzo dei droni?**

*«Una società di topografia o uno studio di aerofotogrammetria – conclude Feroli – si rende presto conto che in mezza giornata è in grado di realizzare un lavoro che, in forma tradizionale, realizzerebbe in un paio di giorni. La tecnologia consente un aumento di produttività e il mercato potenziale dei droni è tanto ampio, quanto quello attuale della geomatica» [Fonte: ilnuovocantiere.it].*

Ancora da [ilnuovocantiere.it](http://ilnuovocantiere.it): Cristiano Cremoli, Presidente del Collegio dei Geometri di Milano:

*«La nostra categoria da sempre si misura con i cambiamenti. In pochi anni siamo infatti passati dal tecnigrafo alla strumentazione ottica e poi al sistema digitale: si è trattato di novità che hanno drasticamente cambiato il nostro modo di lavorare. Sempre più spesso si parla di stampanti 3D, building information modeling, laser scanner e ora siamo arrivati ai droni. Siamo nuovamente di fronte a un altro passo importante, a una sfida a cui davvero non possiamo mancare, perché questa riguarderà una fetta importante della nostra categoria.*

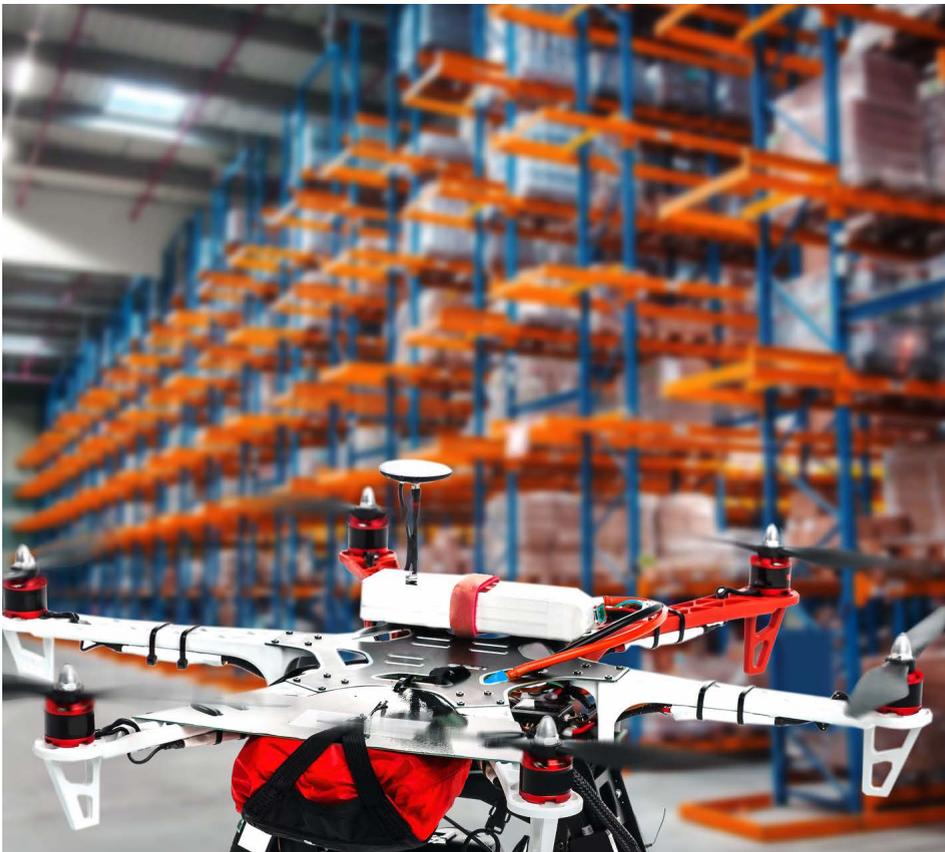
*In questo mondo del lavoro che cambia, le organizzazioni che raggruppano i geometri italiani, i Collegi, stanno offrendo ai loro iscritti un aiuto concreto. Si spiega così il contributo economico che, a livello centrale, viene fornito ai collegi per acquistare stampanti 3D, termocamere e strumenti ancor più evoluti, come appunto i droni, a favore degli iscritti.*

*Volendo, un nostro collegio potrebbe decidere di acquistare un'aeromobile a controllo remoto, fatto salvo che si trovi qualcuno in grado di pilotarla. Detto in altri termini, le nostre organizzazioni periferiche dovrebbero sempre più diventare un service per gli iscritti, cosa questa che offrirebbe valore aggiunto alla nostra organizzazione professionale. A Milano stiamo cercando di fare proprio questo. Sul fronte dei droni stiamo valutando cosa possiamo nel concreto fare. Dunque per la professione, con l'avvento di tali velivoli, si apre una stagione importante. Siamo alla vigilia di un nuovo cambiamento. Domani, con i droni, rilevare parti di territorio che oggi ci obbligano a più uscite, sarà più semplice e veloce: con un solo volo di 15 minuti avremo una maggiore produttività e una mole di dati da sfruttare in più modi. Per questo, noi geometri dobbiamo essere parte del cambiamento, per le opportunità che esso offre: non possiamo starne fuori».*

Altro esempio di eccellenza ci viene dal Piemonte: la Nimbus, azienda italiana con sede a Torino, ha sviluppato in collaborazione con il Politecnico di Milano un nuovo modello di drone che presenta caratteristiche tecniche e funzionali davvero molto interessanti, ovvero PPL612F. A rendere così speciale questo drone è il fatto che tale velivolo può essere utilizzato in modo specifico per controllare da remoto, all'insegna della massima precisione, la condizione di impianti fotovoltaici di qualsiasi grandezza e tipologia. PPL612F, infatti, è dotato di uno specifico algoritmo che incrocia in tempi immediati le informazioni raccolte dal drone durante il proprio volo con i vari dati elettrici dell'impianto, fornendo così delle notizie molto dettagliate circa la

condizione di tutti i pannelli che compongono l'impianto. Tramite PPL612F, dunque, si potrà conoscere in modo estremamente preciso, nonché assolutamente pratico, l'efficienza di un determinato impianto, rilevando in modo inappuntabile eventuali imperfezioni o danneggiamenti ed intervenendo così con la dovuta oculutezza e tempestività.

La termografia applicata all'edilizia consente poi di rilevare sia lo stato di salute che il grado di efficienza energetica degli edifici/manufatti, soggetti al naturale degrado dei materiali a causa dell'invecchiamento e all'eventuale mancanza di manutenzione. La termografia effettuata con una camera termica è di tipo non invasivo e funziona rilevando le radiazioni nella banda dall'infrarosso emesse dai corpi sottoposti a sollecitazione termica. La società francese GrDF, che si occupa del trasporto e della distribuzione del gas naturale, sta compiendo un esperimento di analisi termografica degli edifici utilizzando un drone a 8 rotori che porta in volo una camera termica. Il livello di sicurezza delle operazioni è elevato; anche in Francia l'utilizzo dei droni è severamente regolamentato.



**Figura 6.2.** [Fonte: quadricottero.com]

Oltre alla zona di volo delimitata il drone è vincolato tramite un cavo di nylon e un mulinello da canna da pesca. In questo modo non può accadere, in caso di guasti elettronici/interferenze,

che il multirottore prenda il volo per direzioni sconosciute senza possibilità di controllo. La termografia nell'edilizia viene principalmente applicata per la verifica dell'isolamento e delle impermeabilizzazioni, la ricerca delle infiltrazioni idriche, l'analisi del degrado dovuto all'umidità e altro ancora.

L'importante nel campo edile è dotare il drone dei migliori sensori e dispositivi di sicurezza e di una buona fotocamera che non è sempre la GoPro che generalmente si usa perché miglior connubio tra qualità, definizione audio/video e costo. Nell'ambito del fotorilevamento non possiamo permetterci risparmi.

I sistemi di video registrazione dei dati devono essere specifici, dotati di particolari sensori per le misurazioni (e quindi l'aspetto principale non è più solo la qualità video), molto professionali e possibilmente già dotati di software di elaborazione post acquisizione dei dati.

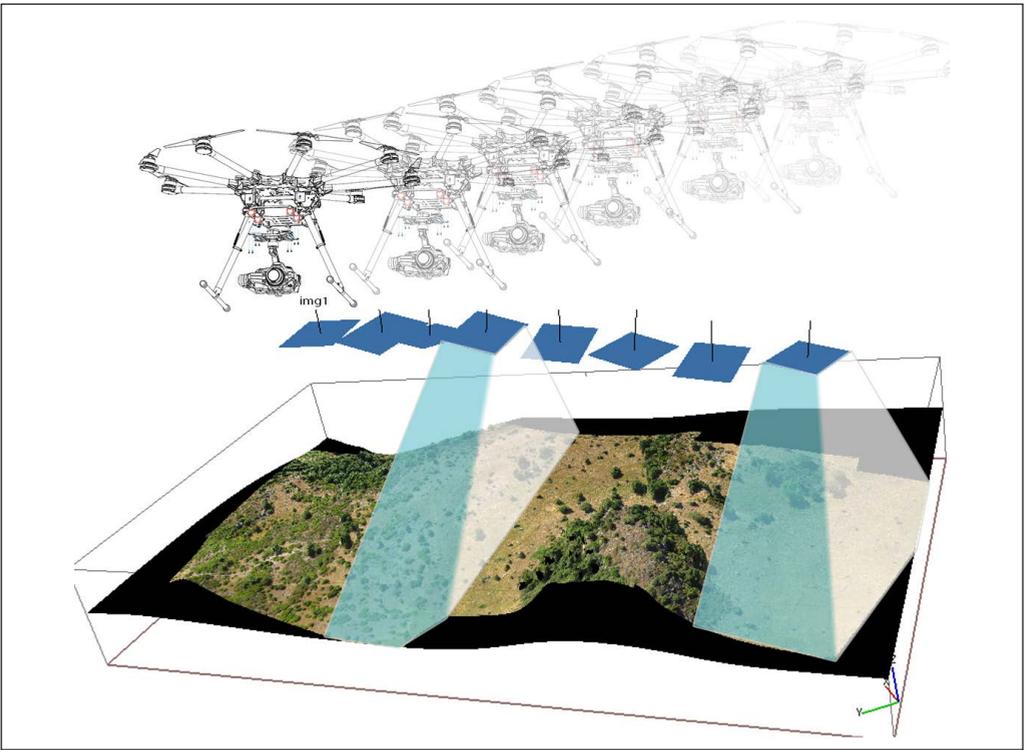
Uno dei prossimi capitoli è dedicato proprio alla fotografia aerea e all'aerofotogrammetria. Entrambi gli argomenti hanno degli interessantissimi risvolti soprattutto nell'ambito dell'edilizia e dell'urbanistica.

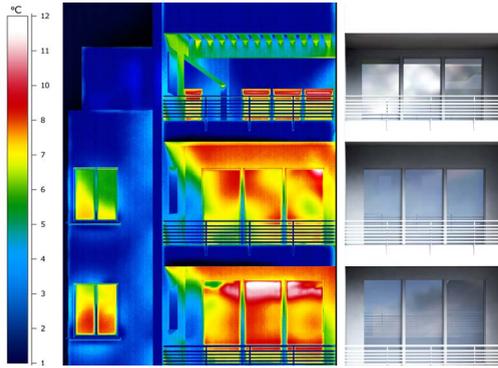
In particolare parliamo di:

- 1) Contestualizzazione paesaggistica di progetti edilizi ed opere infrastrutturali;
- 2) Valutazione di impatto ambientale e paesistico;
- 3) La pianificazione e la gestione urbanistica;
- 4) L'osservazione ed il monitoraggio dei cantieri;
- 5) Monitoraggio dell'uso e della copertura del suolo;
- 6) Fotografia aeree per rendering;
- 7) Fotografia aeree per concorsi.

A seguire sono riportate delle foto esemplificative di operazioni di impieghi, monitoraggio e rilievo in edilizia.











## RILIEVI DI SUPPORTO ALLA PROGETTAZIONE EDILIZIA

Al seguente link [https://www.youtube.com/watch?v=xvN9Ri1GmuY&feature=player\\_embedded](https://www.youtube.com/watch?v=xvN9Ri1GmuY&feature=player_embedded), un video a supporto dell'immaginazione circa il futuro dei droni nelle costruzioni edili (in figura 7.1 una immagine tratta dal video).



**Figura 7.1.**

In questo video un esercito di droni costruisce una torre di sei piani con 1.500 mattoni in polistirene. Un giorno potrebbero essere l'anello di collegamento tra modello 3D e la costruzione reale. Forse un giorno non esisteranno più i muratori ma una flotta di droni che costruirà gli edifici del futuro. Magari si potrà collegare il sistema che li comanda direttamente al modello tridimensionale del progetto ed un software ottimizzerà i viaggi degli operai volanti per ridurre i tempi ed i costi della costruzione. L'architetto e ricercatore Ammar Mirjan in un video diffuso da Dezeen spiega che i droni potranno essere programmati per la costruzione e avranno un'applicazione pratica in architettura. La ricerca va avanti dal 2012, quando lo studio di architettura svizzero Gramazio Kohler Architetti e l'esperto di robotica hanno collaborato al progetto Flight Assembled Architecture (FRAC Centre, France) per la costruzione di una torre di sei piani in mattoni di polistirene. I 1.500 componenti della torre sono stati posizionati da droni comandati attraverso i PC del dipartimento di ricerca del Politecnico ETH di Zurigo. Mentre un braccio robotico ha movimenti e altezze limitate i piccoli elicotteri senza conducente sono in grado di spostarsi in qualsiasi direzione e non hanno limitazioni di quota.

*«Le macchine volanti sono solo un effetto finale, una mano nello spazio tridimensionale. Operano secondo le istruzioni che diamo loro.»* Spiega Mirjan.

L'architetto sostiene che è un peccato costruire un modello tridimensionale per poi trasformarlo in immagini bidimensionali da interpretare quando si potrebbe collegarlo a un sistema di costruzione vera e propria. Se la ricerca andrà avanti in questa direzione i droni potranno diventare l'anello mancante tra modellazione 3D e realizzazione degli edifici.

Negli ultimi decenni grazie ai software di progettazione e all'innovazione nel campo di sistemi informatici per le costruzioni si sta assistendo alla nascita di edifici dalle forme un tempo impensabili. Curve, angoli, sbalzi ed aggetti spesso rendono difficoltosa la realizzazione e sempre più spesso i cantieri devono fare ricorso a squadre di edilizia acrobatica specializzate in montaggi di strutture difficili. La costruzione affidata ai droni potrebbe porsi come la soluzione a questo tipo di situazioni ed aprire nuovi scenari per la progettazione degli edifici.

Per ora però continuiamo a considerare i droni, ancorché elementi strategici, comunque a supporto della progettazione edilizia per:

- 1) eseguire i rilievi e le mappature fotogrammetriche;
- 2) eseguire i rilievi circa la composizione del suolo, la presenza di elementi radioattivi, gli scavi da eseguire, ecc.;
- 3) rilievo temperature/ponti termici, celle e pannelli fotovoltaici danneggiati, con termocamera;
- 4) rilevazione muffe e vegetazione con sensore multispettrale;
- 5) valutazione impatto ambientale e immagini 3D (rendering) contenenti informazioni per la gestione, pianificazione, promozione, messa in sicurezza dei progetti (come la costruzione ad hoc dei ponteggi o per la posizione degli ancoraggi di sicurezza, ad esempio);
- 6) rilievi circa i sistemi di qualità e di sicurezza del cantiere;
- 7) rilievi circa sistemi di manutenzione e riparazione;
- 8) monitoraggio e sorveglianza;
- 9) controllo SAL – Stato Avanzamento Lavori in cantieri edili, con visione aerea da diverse angolazioni, ad intervalli di tempo prestabiliti e concordati, rendering 3D;
- 10) ispezioni e controlli strutturali in collaborazione con Studi Tecnici, Architetti, Geometri, Ingegneri e Periti;
- 11) trasporto materiali e carpenteria minuta;
- 12) video spot (come quelli di Expo 2015),

e molto altro ...

L'utilizzo è particolarmente proficuo nel caso di costruzioni edilizie molto complesse, ad alto valore architettonico, di grandi dimensioni o di difficile accesso per la persona. In campo fotovoltaico, il controllo tramite termocamera permette di individuare, in maniera affidabile, efficace e documentata, i punti in cui vi sono delle differenti temperature, intervenendo quindi con la sostituzione del pannello difettoso.

Grazie ad una relazione dettagliata si fornisce la base su cui il cliente, o il manutentore, possono fare affidamento. La termocamera è radiometrica, vi è la possibilità di misurare la temperatura di precisi punti in diretta, registrando a bordo del drone il filmato dell'intera analisi.

## CANTIERI

Il settore delle costruzioni è particolarmente legato all'evoluzione della tecnologia. L'introduzione del drone ha rivoluzionato questo comparto sia perché ha permesso di ridurre i tempi, i costi di esercizio e i rischi per gli operatori sia perché l'ingegnere e/o il capo cantiere ricevono da remoto in tempo reale i dati rilevati, le immagini e video e possono confrontarli subito con i loro obiettivi di progetto. Possono organizzare subito sopralluoghi e verifiche. Ispezioni e mappature topografiche, foto aeree e controllo delle cave, monitoraggio dell'abusivismo edilizio, sorvolo di siti storico-archeologici, ecc..

Certo, l'idea di applicare la tecnologia a un settore che la crisi ha messo in ginocchio farebbe pensare una nuova, potenziale ricaduta negativa sugli organici ma a pensarci bene non è così ed infatti in una intervista pubblicata su La Nuova Sardegna, parlando a proposito dei corsi di formazione per operatori SAPR, il sindacalista Tore Frulio della Cgil spiega che «... si tratta di specializzare figure professionali già esistenti e crearne di nuove attraverso l'impiego intelligente della più moderna tecnologia». I droni sono oggi sempre più utilizzati nei cantieri piccoli come in quelli grandi. Il controllo dei cantieri e dello Stato di avanzamento dei lavori nei cantieri edili di particolare complessità per l'estensione e le caratteristiche del cantiere stesso e del sito su cui insiste, nonché nelle costruzioni di manufatti particolarmente complessi per la tecnologia impiegata o per la presenza di sostanze alle quali bisogna essere esposti per periodi di tempo piuttosto ridotto.

La sorveglianza di questi tipi di cantieri e la relativa verifica delle condizioni di sicurezza nei punti di difficile raggiungibilità, potrebbe, facilmente e rapidamente, essere effettuata con un drone, di dimensioni adeguate che, grazie al controllo remoto ed alla presenza di una telecamera ad alta definizione o di una termocamera a infrarossi, potrebbe restituire in tempo reale immagini di ciò che si intende controllare, per monitorarne lo stato, in maniera efficace ed economica.

Altra caratteristica utile dei droni è che possono essere attrezzati per trasportare oggetti in maniera rapida e sicura: parliamo, ad esempio, della minuta carpenteria, attrezzature, ecc..

A tale proposito, nel tentativo di far diventare questi oggetti i nuovi "postini" di un futuro non molto lontano, molte aziende ne stanno sperimentando un possibile utilizzo anche nelle fasi di spedizione e consegna dei prodotti in vendita nei diversi esercizi commerciali. Tra i tanti modelli in uso e in fase di sperimentazione, il nuovo modello **Phantom 2 Vision + V3.0** ha conquistato il Crowdy Award 2015. I Crowdy Awards sono premi annuali concepiti per fornire ai consumatori indicazioni basate sulle opinioni dei consumatori reali su coloro che hanno comprato effettivamente un drone, l'hanno provato nella propria vita quotidiana hanno scelto di condividere la propria opinione con gli altri. In realtà anche se significativo questo premio, nel settore dei droni è ancora presto per parlare di migliore o peggiore o consigliato. Il drone migliore in questo momento resta quello certificato, con sistemi di ridondanza anticaduta, attrezzati per il volo automatico, con lunga autonomia e per il volo notturno. Poi tutto il resto è e rimane relativo

perché dipende esclusivamente dalla sensoristica montata e dalle capacità degli operatori (Pilota, Assistente e regista Gimbal).

Restando in tema il Phantom 2 Vision + non è certo uno dei droni radiocomandati meno economici, ma ha tutto quello che un quadricottero è in grado di offrire e senza dubbio adatto alle esigenze di chi non accetta compromessi. Già utilizzato nella sua prima versione anche in campo militare e per operazioni di polizia e molto apprezzato nell'ambito della cantieristica edile. Classificato al primo posto tra tutti i droni ad uso professionale non tradisce le aspettative dei piloti più ambiziosi e ha il vantaggio, al tempo stesso, di essere associato ad un ottimo software, Analist 2015, messo a punto da una nota azienda di Avellino che consente grazie al pacchetto integrato drone-software di essere una della migliori soluzioni ai fini del rilievo topografico e catastale.

Analist Group ha sviluppato, infatti, la soluzione completa per i topografi professionisti con l'obiettivo di semplificare e ottimizzare le operazioni topografiche di rilievo, elaborazione e progettazione. Infatti Analist 2015 è un software che è in grado di importare e gestire le nuvole dei punti in ambiente Autocad e, pertanto, presenta tutti i vantaggi derivanti da tale ambiente grafico molto performante. Viene spesso associato a Pix4Dmapper, un software di post processione e di elaborazione dati per la generazione di nuvole di punti e modelli 3D georeferenziati. Dunque, oltre alla gestione dei rilievi topografici e catastali consente la gestione e creazione di modelli tridimensionali, calcolo dei volumi, la progettazione modelli 3D dai quali estrarre profili e sezioni.

Quando parliamo di droni in edilizia parliamo ovviamente anche di operazioni specialistiche di:

- rilievo di supporto a studi di progettazione edilizia;
- studi di fattibilità;
- monitoraggio di cantieri e realizzazione di rilievi ripetuti nel tempo da associare a vari S.A.L.;
- ispezioni visive e controlli strutturali di edifici;
- controlli di qualità e dei sistemi di sicurezza su parti molto elevate ed esposte;
- verifica dello stato di condotte, coperture, tetti, camini e antenne;
- rilievi strutturali all'infrarosso;
- perizie fotointerpretative;
- rendering 3D delle opere edili e relativo impatto paesaggistico;
- controllo di Sicurezza e Vigilanza notturna dei cantieri;
- rilievi per accatastamenti e pratiche edilizie dei cantieri in ultimazione.

Infine riportiamo qui uno stralcio dell'articolo pubblicato su [impresedilnews.it](http://impresedilnews.it) dove si parla della digitalizzazione del catasto attraverso l'introduzione di nuovi dati ed informazioni assunti con l'utilizzo dei droni. Dal primo giugno prossimo sarà obbligatoria la trasmissione telematica degli atti di aggiornamento catastale, noti agli addetti ai lavori come Docfa e Pregeo, e Geoweb, società di servizi telematici partecipata da Sogei e Consiglio Nazionale dei Geometri, è chiamata a giocare un ruolo di primo piano a supporto dei professionisti tecnici, non solo geometri, nello svolgimento della propria attività. Fino ad oggi c'era la possibilità di presentare le pratiche di aggiornamento catastale ancora recandosi fisicamente presso lo sportello degli uffici dell'Agenzia delle Entrate, per quanto fosse già disponibile la modalità di trasmissione da remoto, servizio offerto dall'Agenzia stessa e fra quelli chiave intermediati da Geoweb per i professionisti. Dal primo giugno 2015 però l'unica modalità consentita sarà la trasmissione telematica. Questo vorrà dire che dovranno utilizzare la strumentazione informatica anche quei professionisti che hanno continuato a recarsi fisicamente presso gli uffici.

«È vero – dice **Francesco Gerbino, ad di Geoweb** – *dopo 15 anni di attività Geoweb torna di grande attualità perché così come fu fondata nel 2000 agli albori del Catasto digitale, quando vennero introdotti i servizi telematici di supporto all'attività del professionista per lo svolgimento delle procedure richieste dalla normativa catastale e si avviò un imponente processo di modernizzazione del lavoro di ufficio, oggi viene richiamata ad assistere i professionisti perché possano svolgere al meglio, con efficacia, più velocemente, e più economicamente la loro attività*». Ancora: «...**vale la pena di dire che ci stiamo anche preparando ad erogare servizi di fotogrammetria basati sull'utilizzo dei droni, certi che si tratti di un asset importante per il futuro.** La gamma di sensori che sarà disponibile sui droni consentirà di svolgere una serie di attività che potrà coinvolgere molte altre categorie professionali. Per esempio, utilizzare delle termocamere a bordo di un drone consente di fare ispezioni di tipo termografico, altri sensori possono interessare i geologi, i sensori iperspettrali interessano i periti agrari e gli agronomi per l'agricoltura di precisione che rileva lo stato di salute delle coltivazioni. Nasceranno senz'altro nuovi servizi e nuove opportunità legate alla disponibilità di questi nuovi strumenti che consentono d'intervenire anche in situazioni di estremo pericolo, pensiamo anche solo alla protezione civile. Sempre a proposito di catasto digitale, vorrei aggiungere che, sulla base delle indicazioni strategiche del Consiglio Nazionale dei Geometri, stiamo analizzando la possibilità di predisporre strumenti software per il professionista che, anche in mobilità, potrà svolgere più celermente ed efficacemente la propria attività».

A suggellare queste parole anche l'accordo fatto tra la community di Geoweb (circa 34.000 professionisti in Italia) e il Consiglio Nazionale dei Periti Industriali e dei Periti Industriali laureati. Obiettivo dell'accordo con i periti industriali è quello di rendere disponibili un insieme di servizi mirati a semplificare l'attività professionale della categoria tecnico-professionale, migliorando nello stesso tempo il rapporto con la Pubblica Amministrazione. Parallelamente l'intesa offre agli utenti la possibilità di operare non solo dalla propria postazione di lavoro ma anche in mobilità, in tempo reale, per ottenere informazioni e certificati, scambiare documenti e messaggi, consultando banche dati online riguardanti la normativa ed altre aree tematiche del settore. Tra i servizi che attualmente Geoweb offre c'è quello che permette di comunicare con l'Agenzia delle Entrate, le cui banche dati saranno a portata di clic per le visure catastali e le ispezioni ipotecarie. E poi ancora inviare online le fatture elettroniche (Geo-Fattura), disporre del punto di accesso al processo civile telematico (Geo-Ctu) e consultare gli atti e i documenti delle Camere di Commercio. Successivamente, e dopo aver stipulato una apposita convenzione, sarà possibile effettuare anche la presentazione telematica degli atti di aggiornamento catastale (Docfa e Pregeo), accedere e consultare le banche dati del Pubblico Registro Automobilistico.

L'adesione dei periti è in linea con la nascita e il consolidamento della Rete delle Professioni Tecniche e rappresenta, come lei ben diceva, la continuazione di un percorso di unità e di coesione dei tecnici che operano nel nostro Paese. La necessità continua di sviluppare nuove competenze e di mantenere elevatissime specializzazioni, rende necessaria una direzione univoca e sinergica da parte dei protagonisti di questo mercato<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> (Fonte: articolo pubblicato su [impresedilnews.it](http://impresedilnews.it) a cura di Livia Randaccio).



**Figura 8.1.** *DRONI nel maxi cantiere di Milano EXPO 2015*  
[Fonte: Youtube, canale EXPO]



**Figura 8.2.** [Fonte: Twitter, canale EXPO]



**Figura 8.3.** [Fonte: expo2015contact.it]



**Figura 8.4.** [Fonte: Youreporter.it]



**Figura 8.5.** [Fonte: Youreporter.it]



**Figura 8.6.** [Fonte: ansa.it]

## MONITORAGGIO E SICUREZZA

Più è grande e complesso il cantiere più è necessaria pianificare un'azione di Monitoraggio e Controllo sia nella fase progettuale che in quella di esecuzione dei lavori che non interessa le competenze del progettista o della direzione lavori ma è diretta alla verifica e al coordinamento di tutte le attività che incidono nella loro attuazione.

Nel progetto di Monitoraggio bisogna anzitutto identificare:

- 1) l'obiettivo del monitoraggio e la tipologia del monitoraggio: obiettivi ed azioni conseguenti;
- 2) identificare i responsabili delle varie fasi e/o dei vari settori;
- 3) definizione dei tempi e delle modalità di monitoraggio organizzando le unità di controllo e la relativa strumentazione.

L'effettuazione delle azioni di monitoraggio, nell'ambito della direzione lavori, è legata ad una serie di fasi concatenate di verifica delle attività poste in essere dalla prima ideazione di un'opera alla gestione delle attività che prende l'avvio dopo la realizzazione dei lavori; si tratta, quindi, di un insieme di aspetti che deve essere affrontato con le stesse modalità operative che vengono utilizzate per lo svolgimento della progettazione, esecuzione dei lavori, collaudo e successiva gestione dell'opera. Il monitoraggio deve assolvere, come aspetto essenziale nella fase di definizione delle modalità con cui verrà svolta questa azione, ad alcune funzioni destinate a caratterizzare il risultato stesso di questo lavoro e tali funzioni vanno individuate in relazione agli obiettivi preposti che sono, a loro volta, strettamente legati alle singole fasi di lavoro in cui viene effettuata l'azione di controllo. Le azioni comprendono quella serie di atti o attività finalizzata alla realizzazione di una determinata opera (manufatto o intervento articolato) o al semplice compimento di un'attività programmata ed il cui svolgimento costituisce parte stessa del programma.

L'altro aspetto, strettamente legato alle stesse azioni, è rappresentato dagli obiettivi prefissati in sede di programmazione dell'intervento o attività e la cui verifica si effettua con una metodologia comparativa tra i risultati richiesti e quelli ottenuti nello svolgimento delle singole parti o del tutto. Per quanto riguarda le finalità del monitoraggio bisogna decidere a priori se è sufficiente un semplice controllo sull'andamento dei lavori limitato alla sola «registrazione» delle modalità e dei tempi di esecuzione delle opere oppure è necessaria un'azione di supporto che prevede una prima individuazione delle situazioni di criticità con la conseguente definizione degli interventi necessari per il conseguimento degli obiettivi prefissati. Stabilità la finalità bisogna individuare gli standard, il processo di controllo ed i controllori. L'unità di monitoraggio tipo, nel caso di verifica di sole azioni, dovrebbe essere composta da un nucleo minimo di un tecnico-valutatore da destinare al controllo delle opere realizzate e da uno specialista di impianti e sistemi oltre ad una serie di tecnici con competenze da definire in funzione delle specifiche necessità; nel caso di azioni o interventi di supporto, il nucleo minimo di monitoraggio dovrebbe essere strutturato

con un tecnico esperto delle opere realizzate e uno specialista valutatore di attività oltre ad alcune competenze specifiche per le azioni da attivare a supporto degli interventi incompleti.

L'ultimo aspetto è costituito dalla definizione del processo. Cioè dei tempi, delle modalità e dei sistemi di monitoraggio per individuare le situazioni di criticità con i conseguenti interventi di supporto. Nella valutazione delle modalità di monitoraggio devono essere considerate la frequenza e le caratteristiche specifiche di ogni singola azione di verifica per la correttezza e la omogeneità dei dati complessivi e di dettaglio. Tra gli obiettivi primari ci deve essere Il Monitoraggio Ambientale (MA) che rappresenta l'insieme di azioni che consentono di verificare gli effetti/impatti ambientali significativi generati dall'opera nelle sue fasi di attuazione. Il Monitoraggio Ambientale rappresenta, per tutte le opere soggette a VIA ai sensi dell'art. 28 del D.Lgs. n. 152/2006 e ss.mm.ii. (incluse quelle strategiche ai sensi della Legge n. 443/2001), lo strumento che fornisce la reale misura dell'evoluzione dello stato dell'ambiente nelle varie fasi di attuazione dell'opera e che consente ai soggetti responsabili (proponente, autorità competenti) di individuare i segnali necessari per attivare preventivamente e tempestivamente eventuali azioni correttive qualora le "risposte" ambientali non siano rispondenti alle previsioni effettuate nell'ambito del processo di VIA. Gli esiti del monitoraggio ambientale devono essere condivisi con il pubblico per l'informazione ai diversi soggetti interessati (autorità competenti, comunità scientifica, imprese, pubblico) e per il riuso dei risultati per altri processi di VIA o come patrimonio conoscitivo comune sullo stato dell'ambiente e delle sue evoluzioni.

In questo processo si inserisce come eccellente strumentazione tecnica il drone. L'utilizzo dei droni è particolarmente indicato infatti anche per il monitoraggio, la sorveglianza e la sicurezza dei cantieri. Per monitoraggio intendiamo l'attività di controllo e coordinamento dell'attività lavorativa attraverso la quale il capo cantiere e gli ingegneri riescono ad avere il pugno della situazione dell'attività, a monitorare cosa viene fatto e cosa no, a coordinare gli spostamenti della minuteria e dei materiali, i tempi e l'avanzamento in tempo reale. Ciò è più valido quanto più grande è il cantiere (si pensi ad EXPO 2015 o alle grandi opere edili come ponti, grattacieli, ecc. ...). Per sorveglianza intendiamo l'attività di controllo a garanzia di una maggior sicurezza nello svolgere di tutte le fasi lavorative. Sorveglianza macchinari in movimento, attrezzature pericolose, lavori in altitudine, caduta di materiale, lavoro in isolamento e tutti fattori che si possono verificare senza preventivare all'interno di un cantiere edile. Sorveglianza furti, sorveglianza notturna e tutela operai e lavoratori. Il drone può essere utilizzato per rilevare eventuali inosservanze nell'indossare i dispositivi di protezione individuale o manovre errate compiute con i mezzi meccanici o rivedere e valutare situazioni, processi e procedure specifiche al fine di migliorarle. La stessa sorveglianza notturna è maggiormente tutelata se in caso di allarme in una zona lontana del cantiere il vigilante può far alzare in volo il drone anziché andare di persona con tutti i rischi del caso. *Last but not Least* (ultimo ma non ultimo) la possibilità di riutilizzare, rielaborandole, le tantissime immagini acquisite a fini promozionali dell'azienda stessa. Parlando di Monitoraggio e Sicurezza comunque parliamo di un vero e proprio sistema hardware e software collegato al drone e non di semplice drone che registra immagini. Hardware (sensoristica anche termometrica ed attrezzatura per il volo notturno nonché PC, diversi monitor, sistemi di registrazione e ground station) e Software di ricezione ed elaborazione dei dati acquisiti.

La società IngNET ha sviluppato nel corso degli ultimi anni la piattaforma HW e SW iCare OUTDOOR, interamente realizzata per essere montata all'aperto, potente ed a basso consumo

energetico, che può contemporaneamente registrare ed analizzare i flussi video provenienti dalle telecamere IP dislocate sul cantiere, collegate tramite cavo o WiFi, e gestire la supervisione di eventuali impianti d'allarme collegati.

La piattaforma iCare, tramite il modulo UMTS e/o WiMAX a bordo, garantisce la sua raggiungibilità da qualsiasi PC, smartphone e tablet da qualsiasi luogo.



**Figura 9.1.** [Fonte: ingnet.it]

iCare OUTDOOR ha visto recentemente il suo successo nella gestione della sicurezza e della promozione di cantieri edili e fotovoltaici nelle realizzazioni, integrate e svolte per conto dei partner, presso il cantiere autostradale sulla SA-RC e presso Cutro (KR) durante la costruzione del parco fotovoltaico della Sedna Power Plants S.p.A.. Dalla piattaforma in uso è stato possibile assemblare anche un filmato in time lapse della realizzazione dell'intera opera pubblicato sul sito del committente. In queste realizzazioni iCare OUTDOOR ha aggiunto valore alla gestione della fase cantieristica delle opere, dando la possibilità, sia al costruttore che al committente, di analizzare, anche a parecchia distanza dal sito in costruzione, l'andamento di tutta l'opera; inoltre si è rivelata una soluzione facilmente riconfigurabile e ricollocabile in altri cantieri che valorizza nel tempo l'investimento sostenuto.