

**Consiglio Nazionale delle Ricerche**

**ISTITUTO PER LE MACCHINE AGRICOLE E MOVIMENTO TERRA**

Strada delle Cacce, 73 - 10135 Torino

---

**Rapporto Interno No. 16.19**

Niccolò PAMPURO, Eugenio CAVALLO



SEZIONE INNOVAZIONE TECNOLOGICA

**DESCRIZIONE PROPOSTA PROGETTUALE**

Gruppo di lavoro:

CNR IMAMOTER – CNR IRPI - CNR IREA - UNITO DISAFA - TECNOGRANDA

---

**TORINO**

**Luglio 2016**

## **Nome progetto: Tecnologie avanzate UAV per previsione e contenimento di fitofagi dannosi per le leguminose da granella**

### **Acronimo: BIOFLY**

**Parole chiave:** *fagiolo Cuneo IGP, Ragnetto rosso, Tetranychus urticae, Phytoseiulus persimilis, drone, agricoltura di precisione, UAV, lotta biologica, sensore multispettrale*

#### Motivazioni ed esigenze che spingono verso tale scelta con riferimento alle peculiarità della ricerca proposta rispetto allo stato dell'arte internazionale

Tra le leguminose da granella coltivate in provincia di Cuneo, il fagiolo (*Phaseolus vulgaris*, Fabaceae) è quello che copre la superficie maggiore. La coltura è destinata alla raccolta manuale del bacello allo stato ceroso per essere commercializzata come ortaggio fresco oppure alla raccolta meccanica del seme allo stato secco ed alla successiva commercializzazione, previa selezione, pulitura e calibratura eseguita in impianti a questo destinati, sempre per il consumo umano.

Il primo tipo di prodotto, il fagiolo raccolto allo stato ceroso, viene prodotto con varietà di fagiolo rampicanti. La coltura, piantata su file distanti circa 0,8-1 m, richiede tutori. Si utilizzano a questo scopo canne di *Arundo donax*. La semina ed il posizionamento dei tutori sono operazioni meccanizzate eseguite nei mesi di maggio e giugno. Ciononostante la coltura, la cui raccolta inizia a luglio e si protrae fino ad ottobre, richiede, per via dell'esecuzione manuale, un notevole numero di ore di lavoro. Il fagiolo rampicante per il consumo fresco trova il suo areale di produzione migliore, grazie al clima estivo fresco, in particolare durante la fioritura, nella zona pedemontana dell'area Cuneese, fino al comune di Centallo. La produzione per il consumo fresco è commercializzata con il marchio IGP "Fagiolo Cuneo", tutelato dal "Consorzio per la Tutela e la Valorizzazione del Fagiolo Cuneo". La produzione complessiva di "Fagiolo Cuneo" è stimata in 9.000 tonnellate annue.

La seconda tipologia di prodotto è il fagiolo raccolto secco. Attualmente, anche se in misura ridotta rispetto al passato, sono utilizzate le stesse varietà e tecniche di coltivazione del fagiolo rampicante per il consumo fresco, con la differenza che la produzione viene raccolta mediante trebbiatura dopo che la pianta è stata essiccata e sfilata manualmente dai tutori, operazione particolarmente onerosa dal punto di vista della richiesta di manodopera. Negli ultimi anni, per la produzione di fagiolo da granella secca, si sta largamente affermando nella provincia di Cuneo la coltivazione di varietà non rampicanti. In questo caso si tratta di una coltivazione pressoché completamente meccanizzata che fa ricorso ai cantieri di lavoro tipici delle colture estensive, mais tipicamente. La coltura, in alcune circostanze e considerando il ciclo piuttosto breve (120 giorni), viene seminata dopo la raccolta dell'orzo aumentando sensibilmente la PLV delle aziende che adottano questa coltura intercalare. La coltivazione del fagiolo per la raccolta del seme secco si sta diffondendo in molte delle aziende cerealicole e zootecniche della pianura della Provincia di Cuneo. La produzione di fagioli per la granella secca è stimata in 2.500 tonnellate annue.

I dati del 6° censimento generale dell'agricoltura (2010) fanno rilevare che la superficie coltivata a fagiolo in provincia di Cuneo, ammonta complessivamente a circa 4.300 ha. Si stima che il fatturato dell'agricoltura in relazione alla coltivazione del fagiolo ammonti a circa 20 milioni di Euro.

Tra le varie criticità che caratterizzano la coltura del fagiolo, il contenimento dei patogeni e dei fitofagi, responsabili di ingenti danni agli apparati epigei ed ipogeici delle piante con le conseguenti perdite di produzione, riveste un ruolo fondamentale. La gestione dei patogeni e dei fitofagi richiede, in genere, pochi ma indispensabili interventi. Per quanto riguarda gli insetti ed acari fitofagi vengono effettuati fino a 4 interventi all'anno, mentre per il contenimento dei patogeni fungini sono necessari fino a 3 interventi. I trattamenti alla coltura del fagiolo rampicante sono eseguiti mediante irroratrici dotate di barre verticali trainate da motocoltivatori con passaggi in ogni singola fila o ogni 2 file, oppure con irroratrici di

maggiori dimensioni trainate da trattrici, effettuando la distribuzione su 6-8 file contemporaneamente. Nel caso del fagiolo non rampicante, sono utilizzate per l'esecuzione dei trattamenti le attrezzature impiegate per le colture estensive.

Il progetto BIOFLY è destinato a sperimentare tecniche innovative per l'identificazione e la lotta del ragnetto rosso (*Tetranychus urticae*, Tetranychidae), un acaro particolarmente aggressivo nei confronti della pianta del fagiolo. Su questa coltura, nei periodi estivi, soprattutto in condizioni di caldo siccitoso, si verificano spesso infestazioni difficili da contenere con il mezzo chimico, in quanto i principi attivi autorizzati sono estremamente limitati e le metodologie di distribuzione attualmente impiegate non permettono di raggiungere gli acari concentrati soprattutto sulla pagina inferiore della foglia, rendendo spesso quasi nulla l'utilità del trattamento effettuato. Negli appezzamenti fortemente colpiti sono spesso necessari 3 trattamenti acaricidi. Nella maggior parte dei casi questi, non consentono comunque di ottenere un soddisfacente contenimento dell'infestazione, che può causare una forte riduzione, o addirittura la perdita completa, della produzione. *T. urticae* può essere efficacemente controllato impiegando l'acaro predatore *Phytoseiulus persimilis* (Phytoseiidae). Questo acaro viene allevato in biofabbriche ed è largamente utilizzato per la lotta al ragnetto rosso su colture orticole e floricole in serra. La biologia ed il comportamento di *P. persimilis* sono stati ampiamente indagati al fine di mettere in atto strategie di impiego adeguate, in termini di momento e dose di rilascio (in totale da 5-6 a 20-25 individui per m<sup>2</sup> distribuiti in 2-4 rilasci a partire da inizio infestazione), per un efficace contenimento di *T. urticae*. Essendo il fitoseide predatore specifico del ragnetto rosso, una delle tecniche oggi proposta, indicata come "pest-in-first", prevede il rilascio di piccole quantità di preda per permettere un rapido e duraturo insediamento del predatore nelle coltivazioni. Questa tecnica, oggi principalmente applicata su peperone, non è stata però adottata immediatamente poiché ha incontrato iniziali resistenze negli agricoltori poco propensi ad infestare la coltura.

### Obiettivi della ricerca

In questi ultimi decenni, in Europa, si è passati da un'agricoltura che aveva come obiettivo principale la produzione di beni primari ad un settore che pone sempre più attenzione alla salubrità dei prodotti ed alla salvaguardia dell'ambiente. A livello comunitario l'eliminazione dal mercato degli agrofarmaci più tossici e la limitazione d'uso di quelli ad ampio spettro d'azione hanno modificato le strategie di difesa delle colture, incentivando gli agricoltori a scegliere, ove possibile, mezzi di lotta alternativi a quelli chimici.

In quest'ottica obiettivo principale del progetto BIOFLY sarà sviluppare un sistema di monitoraggio e controllo dei fitofagi con interventi a basso impatto ambientale per il miglioramento della filiera produttiva di colture importanti per la provincia di Cuneo, come quella del fagiolo, sia per il consumo come prodotto fresco che per la granella secca, sempre per il consumo umano. Nello specifico la ricerca si prefigge di progettare, sperimentare e convalidare in campo un sistema automatico di valutazione delle infestazioni di ragnetto rosso, responsabile del degrado della coltura in termini qualitativi e produttivi, e successivo intervento con specifici antagonisti biologici. Lo studio, nella prima fase, metterà a punto un sistema di monitoraggio aereo mediante l'impiego di droni, o meglio Unmanned Aerial Vehicle (UAV), delle coltivazioni grazie all'acquisizione di immagini multispettrali georeferenziate che permetteranno di creare indicatori spazialmente distribuiti dello stato della coltura relazionabili all'attacco del fitofago e quindi utili alla creazione di una "mappa di trattamento" su cui intervenire. Nella seconda fase, lo studio sarà focalizzato sullo sviluppo di un dispositivo da collocare sul drone che, sulla base della mappa precedentemente creata, permetta la distribuzione localizzata degli antagonisti (quale *P. persimilis*), ove necessario. In questo modo sarà possibile:

- ridurre l'impatto ambientale della filiera eliminando i trattamenti chimici con acaricidi;

- ottimizzare i trattamenti evitando di effettuarli anche dove non richiesto e riducendo al contempo i tempi richiesti dall'operazione;
- incrementare la produttività, la qualità e la competitività della filiera;
- ridurre le emissioni legate all'uso di macchine con motori a combustione interna;
- introdurre tecnologie avanzate a sostegno dell'agricoltura, ottimizzando l'uso delle risorse;
- rendere la produzione più sostenibile dai punti di vista sia economico sia ambientale.

### Risultati attesi e ipotesi di ricaduta sul territorio

I risultati ottenuti con il progetto BIOFLY permetteranno in primo luogo di ottimizzare le strategie di difesa contro i fitofagi, ed in particolare contro i tetranychidi che colpiscono la coltura del fagiolo, con positive ripercussioni sulla sostenibilità economica ed ambientale delle aziende, sulla salubrità del prodotto finale e sulla salvaguardia dell'ambiente. Inoltre i risultati della ricerca potranno essere estesi anche ad altre colture diffuse sul territorio cuneese che soffrono delle medesime infestazioni da tetranychidi, come ad esempio la soia, il pisello ed il mais, oppure al trattamento di altre avversità, quali fitofagi defogliatori (es. la piralide del mais *Ostrinia nubilalis*) e patogeni fungini e batterici, con ricadute positive non solo a livello comprensoriale, ma in senso più ampio dai punti di vista ambientale, economico e qualitativo. Inoltre, sfruttando in maniera più efficiente le risorse, si avrà un incremento della competitività e della sostenibilità delle colture.

La messa a punto di un efficiente sistema di monitoraggio dello stato della coltura e di distribuzione di antagonisti rappresenta un notevole aiuto all'ottimizzazione delle strategie di difesa delle colture agrarie. In particolare, potrebbe essere utilmente impiegato anche per contrastare le infestazioni dei fitofagi esotici che, con il commercio di piante e prodotti agricoli, ogni anno giungono accidentalmente nel nostro paese, qualora fossero noti casi di adattamento di nemici naturali indigeni. Tali nemici potrebbero essere moltiplicati e distribuiti così più efficacemente sui focolai di infestazione dei fitofagi esotici.

### Composizione della rete di collaborazioni (locali, nazionali, internazionali) e ruolo dei partner di progetto

Il progetto coinvolge 5 enti di ricerca specializzati nei settori di interesse ed in particolare:

- CNR – IMAMOTER (capofila ed ente di ricerca)  
L'Istituto per le Macchine Agricole e Movimento Terra ha competenze nel settore dell'automazione e dei sensori applicati alle macchine ed ai processi produttivi in agricoltura. L'Istituto ha partecipato a progetti nazionali ed europei in qualità di coordinatore e di partner operativo (quali ENV07-O-REG4, FACTOTHUMS, DCU\_NET). Tra le pubblicazioni scientifiche inerenti agli argomenti citati si segnalano:
  - Vicentini F. et al., 2014. Wireless sensor networks and safe protocols for user tracking in human-robot cooperative workspaces. IEEE International Symposium on Industrial Electronics - 1-4 June 2014 (Istanbul-Turkey) pp: 1274-1279 ISBN: 978-147992399-1.
  - Facello A. et al., 2013. Insects remote detection in pheromones traps. EFITA (European Federation for Information Technology in Agriculture, Food and the Environment) Conference - 23-27 June 2013 (Turin) pp: 1-8.
  - Ravenaz A. et al., 2010. Wireless communication protocol for agricultural machines synchronization and fleet. IEEE International Symposium on Industrial Electronics - 4-7 July 2010 (Bari-Italy) pp: 3498-3504 ISBN: 978-1-4244-6390-9. DOI: 10.1109/ISIE.2010.5637476
- CNR – IRPI (ente di ricerca)

L'Istituto di Ricerca per la Protezione Idrogeologica ha al proprio attivo una lunga tradizione di attività di rilevamento sul campo finalizzata all'acquisizione di dati topografici con diverse tipologie di strumento. Nello specifico, il Geohazard Monitoring Group (GMG) di Torino svolge da anni attività di rilevamento e monitoraggio dei fenomeni di dissesto geo-idrologico con diverse tipologie di strumenti tra cui anche sensori LiDAR elitrasportati e terrestri. Negli ultimi anni, il GMG ha affiancato a questo tipo di attività anche l'utilizzo di UAV, specializzandosi nell'impiego di questi sistemi per il rilevamento e il monitoraggio del territorio. Oltre alla collaborazione con il servizio di Protezione Civile della Città Metropolitana di Torino per la messa a punto di una metodologia di utilizzo di UAV in condizioni emergenziali, il GMG ha partecipato anche al progetto POR della Regione Piemonte SMAT F2, progetto finalizzato allo sviluppo di UAV per il monitoraggio del territorio in ambito civile. Le principali pubblicazioni di riferimento su questo argomento sono:

- Giordan, A. Manconi, D.D. Tannant, P. Allasia. UAV: low-cost remote sensing for high-resolution investigation of landslides, IEEE, in press.
- Giordan D., Manconi A., Facello A., Baldo M., Dell'Anese F., Allasia P., Dutto F. 2015 Brief Communication: The use of an unmanned aerial vehicle in a rockfall emergency scenario. Nat. Hazards Earth Syst. Sci., 15, 163–169.
- L. Torrero, L. Seoli, A. Molino, D. Giordan, A. Manconi, P. Allasia, and M. Baldo The Use of Micro-UAV to Monitor Active Landslide Scenarios. 2015. In Engineering Geology for Society and Territory, vol. V, G. Lollino, Lollino, A. Manconi, F. Guzzetti, M. Culshaw, P. Bobrowsky and F. Luino, Eds. Springer International Publishing Switzerland, 2015, pp. 701-704. DOI: 10.1007/978-3-319-09048-1\_136.

○ CNR – IREA (ente di ricerca)

Le attività dell'Istituto per il Rilevamento Elettromagnetico dell'Ambiente (CNR-IREA UOS Milano) si collocano nei settori del telerilevamento e del monitoraggio elettromagnetico dell'ambiente per la sorveglianza e la gestione del territorio. IREA si occupa da anni di geomatica e di telerilevamento ovvero del trattamento dell'informazione geografica e dello studio di metodologie e tecnologie per l'acquisizione e l'elaborazione di immagini da satellite, aereo, APR e in situ. La capacità del gruppo di lavoro è testimoniata dalla partecipazione e dal coordinamento di numerosi progetti di ricerca a carattere internazionale. IREA è membro associato della rete NEREUS e ospita, dal 2011, il Regional Contact Office GMES per la Lombardia nel quadro dell'iniziativa GMES4Regions (<http://copernicus4regions.eu/>). IREA ha recentemente concluso il progetto Space4Agri (<http://space4agri.irea.cnr.it/it>) per lo sviluppo di metodologie a supporto del settore agricolo regionale lombardo in cui è stato testato il contributo dei droni per il monitoraggio aziendale. Nell'ambito del progetto IREA ha organizzato nel 2014 una sessione plenaria con ASSORPAS e nel 2015 ha tenuto insieme Politecnico di Milano e Politecnico di Torino un corso sull'utilizzo dei dati da UAV per applicazioni ambientali (<http://www.asita.it/conferenza/corso-sulluso-di-droni/>). Attualmente IREA coordina il progetto FP7 ERMES ([www.ermes-fp7space.eu](http://www.ermes-fp7space.eu)) volto alla realizzazione di servizi per l'agricoltura basati sull'utilizzo di dati di osservazione della terra tra cui applicazioni di precision farming. Le principali pubblicazioni di riferimento su queste tematiche sono:

- Martinelli, F., Scalenghe, R., Davino, S., Panno, S., Scuderi, G., Ruisi, P., Villa, P., Stroppiana, D., Boschetti, M., Goulart, L.R., Davis, C.E., Dandekar, A.M., 2014. Advanced methods of plant disease detection. A review. Agron. Sustain. Dev. doi:10.1007/s13593-014-0246-1.

- Crema A, Candiani G. e Boschetti M. (2015) Telerilevamento a supporto della precision farming. Conferenza Nazionale ASITA, 29-30 Settembre – 1 ottobre 2015 Lecco. (<http://atti.asita.it/ASITA2015/Pdf/153.pdf>).
  - Stroppiana D., Boschetti M., Brivio P.A., Bocchi S. (2009) Plant nitrogen concentration in paddy rice from field canopy hyperspectral radiometry. *Field Crop Research* 111, 119–129.
- Dipartimento di Scienze Agrarie Forestali e Alimentati (DiSAFA) - Sezione di Entomologia (ente di ricerca)
- Il DISAFA, ULF Entomologia Generale ed Applicata ha una lunga tradizione di ricerche nel campo della lotta biologica e integrata contro artropodi di interesse agrario. Negli anni i ricercatori hanno sviluppato e applicato su larga scala programmi di lotta biologica di tipo propagativo e inondativo per la protezione sostenibile delle colture agrarie. Speciale attenzione è stata rivolta allo studio della biologia, del comportamento e dell'epidemiologia di fitofagi emergenti, sia indigeni sia esotici. In particolare sono state condotte attività di ricerca per la riduzione nell'uso di agrofarmaci e campagne di formazione volte a promuovere la difesa biologica e integrata. Complessivamente il DISAFA, ULF Entomologia Generale ed Applicata svolge ricerche di base e applicate (documentate da numerose pubblicazioni scientifiche su riviste internazionali e nazionali), attività didattica, divulgazione scientifica e tecnica. Inoltre, ha al suo attivo numerose collaborazioni nazionali e internazionali con istituzioni pubbliche e imprese private. Il Dipartimento dispone di laboratori biologici, microbiologici, chimici, di biologia molecolare, serre e campi sperimentali. Tra le pubblicazioni scientifiche inerenti agli argomenti citati si segnalano:
- Bennison J., Alomar O., Ingegno B.L., Tavella L., Shipp L., Palevsky E., Wäckers F.L., Messelink G.J. (2014) Approaches to conserving natural enemy populations in greenhouse crops: Current methods and future prospects. *BioControl* 59: 377-393.
  - Messelink G.J., Bloemhard C.M.J., Hoogerbrugge H., van Schelt J., Ingegno B.L., Tavella L. (2015) Evaluation of mirid predatory bugs and release strategy for aphid control in sweet pepper. *Journal of Applied Entomology* 139: 333-341.
  - Ingegno B.L., Ferracini C., Gallinotti D., Alma A., Tavella L. (2013) Evaluation of the effectiveness of *Dicyphus errans* (Wolff) as predator of *Tuta absoluta* (Meyrick). *Biological Control* 67: 246-252.
- TECNOGRANDA (ente di ricerca)
- A partire dal 2009 Tecnogranda SpA è designato dalla Regione Piemonte come soggetto gestore del Polo di Innovazione per l'Agroalimentare (che conta ad oggi più di 500 soggetti associati, per la maggior parte PMI del settore agroalimentare). In tale ambito opera come centro di ricerca locale mirando a fornire servizi di innovazione e trasferimento tecnologico alle imprese, favorendone la partecipazione diretta ai progetti di ricerca e innovazione ed agevolandone il contatto con il mondo delle università/centri di ricerca regionali ed in ambito europeo ed internazionale. Una delle traiettorie tematiche attivate nell'ambito del Polo Agroalimentare riguarda la Meccanizzazione agricola e l'automazione in campo, e vede coinvolte aziende del settore della meccanizzazione agricola impegnate in tematiche riconducibili ai temi dell'automazione in agricoltura, della sicurezza delle macchine agricole, del precision farming e del precision livestock.
- Inoltre verranno coinvolti i seguenti partner operativi locali:
- Federazione Provinciale Coldiretti Cuneo (associazione di categoria);
  - Consorzio produttori agricoli - Mercato di Centallo;

- Consorzio produttori agricoli bovesani;
- Fagiolcoop delle Valli Cuneesi (Società Cooperativa Agricola);
- Consorzio per la Tutela e la Valorizzazione del Fagiolo Cuneo;
- 7 Vie del Belbo Società Agricola Cooperativa;
- Consorzio Agrario delle Province del Nord-Ovest (Società Cooperativa).

#### Pianificazione di massima delle attività

Il progetto è articolato in 8 workpackage (WP) distribuiti tra i soggetti partecipanti.

#### **Fase di progettazione e set up: studio del fenomeno in ambiente controllato, analisi delle capacità di detection spettrali e configurazione del sistema**

- **WP1:** *Sperimentazione in laboratorio su piante di fagiolo Cuneo IGP volta all'analisi degli effetti del fitofago (DISAFA - IMAMOTER - IREA).*  
In condizioni controllate (in serre sperimentali), piante di fagiolo saranno infestate con quantità note di *T. urticae* e, una volta presenti i sintomi sulla pianta, saranno effettuati i rilievi sulla parte aerea mediante esame visivo (prelievo delle foglie e conteggio delle forme mobili) e con sensori iperspettrali/multispettrali per avere un'indicazione della corrispondenza tra il livello di infestazione, i suoi effetti sullo stato della coltura e la capacità diagnostica dei sistemi di telerilevamento basati sull'analisi dell'intensità della radiazione riflessa rilevata dallo strumento.
- **WP2:** *Acquisizione ed analisi di misure spettrali in condizioni controllate al fine di accertare le potenzialità dei sensori multi spettrali per il rilevamento del danno causato dal fitofago (IREA- IRPI).*  
Questa attività è strettamente legata al WP1 e ha lo scopo di acquisire misure spettrali con sensoristica iperspettrale (o a spettro continuo) di campo per studiare i cambiamenti della risposta della coltura oggetto di studio in presenza o assenza di infestazione del tetranychide. L'esperimento sarà effettuato in condizioni controllate sui campioni preparati nel WP1 e l'analisi spettrale verrà condotta simulando diverse configurazioni sensoristiche per valutare la miglior soluzione da adottare per i successivi rilievi da UAV (WP3 e WP5). I dati verranno sintetizzati in indici di vegetazione e una opportuna analisi statistica verrà condotta per individuare le condizioni in cui sia possibile identificare differenze significative tra testimone e trattamento. I risultati del WP serviranno in particolare a: i) valutare le potenzialità delle analisi spettrali per il rilevamento tempestivo delle infestazioni di *T. urticae* sulla coltura; ii) individuare un bilanciamento tra sensoristica ottimale per l'analisi spettrale e requisiti di utilizzo nel sistema APR/UAV di acquisizioni immagini (input per WP3); iii) fornire informazioni preliminari per la sperimentazione di campo (WP5).
- **WP3:** *Set up del sistema di acquisizione di immagini da piattaforma UAV (IRPI).*  
Questa attività è rivolta alla messa a punto di un UAV appositamente progettato per effettuare i rilevamenti in campo finalizzati all'individuazione delle aree infestate dall'acaro. Il sistema dovrà essere dotato di un sensore multispettrale ottimizzato per rilevare le aree colpite dall'infestazione in base ai risultati conseguiti nel WP2. Al fine ottenere un sistema sufficientemente performante anche nella parte di geoposizionamento del punto di scatto verrà valutata la possibilità di utilizzare un GPS con correzione differenziale a bordo del sistema che sia parte integrante del payload di acquisizione del dato. In fase di progettazione, in base alle caratteristiche topografiche di progetto delle aree da rilevare, verrà inoltre effettuata una valutazione su quale sia la tipologia di UAV più funzionale allo scopo, scegliendo tra sistemi ad ala fissa o mobile. La scelta sarà dettata principalmente dall'estensione media degli appezzamenti di terreno da rilevare e dalle dimensioni e peso del payload.

**Fase sperimentale**

- **WP4:** *Monitoraggio aereo su parcelle sperimentali ed analisi dati (IRPI - IREA - IMAMOTER - DISAFA).*

Questa attività è articolata nelle seguenti fasi:

- I. la realizzazione di parcelle sperimentali ed il loro monitoraggio in campo durante la stagione di crescita (DISAFA - IMAMOTER).  
Nelle parcelle sperimentali il livello di infestazione di *T. urticae* sarà rilevato prima dall'operatore mediante esame visivo e osservazione delle foglie con sintomi, poi dal drone ed immediatamente dopo di nuovo dall'operatore mediante prelievo delle foglie e conteggio delle forme mobili in laboratorio per confrontare i risultati acquisiti dal drone con quelli ottenuti dall'operatore con le due modalità di campionamento. In questo modo sarà possibile correlare e convalidare i dati rilevati.
  - II. l'acquisizione di dati da piattaforma UAV su parcelle sperimentali (IRPI).
  - III. il post processing dei dati acquisiti (IRPI-IREA).
  - IV. la loro analisi per la creazione di mappe di anomalia della coltura riconducibili alla presenza dei fitofagi (IREA-IRPI).
- **WP5:** *Progettazione, sviluppo e realizzazione di un dispositivo portato da UAV per la distribuzione degli antagonisti (IMAMOTER).*  
Nel corso di questa attività verrà condotto lo studio (in termini sia tecnici sia economici) di un dispositivo destinato alla distribuzione aerea controllata dell'acaro antagonista *P. persimilis* in campo. Tale dispositivo non dovrà danneggiare gli acari e consentire la regolazione dell'erogazione degli stessi in relazione ai requisiti della coltura (in termini di individui distribuiti per unità di superficie). Verranno prese in considerazione soluzioni elettroattuate che tengano conto dei vincoli di payload imposti dai droni. A seguito dell'individuazione della tecnologia ottimale seguirà la progettazione dello stesso con l'ausilio di sistemi cad e stampante 3D. Al termine di questa fase verrà realizzato un primo prototipo le cui prestazioni verranno verificate in campo mediante prove sperimentali nel corso del terzo trimestre del primo anno. In seguito verranno effettuate eventuali ottimizzazioni del dispositivo in termini di efficienza, precisione, peso e costi. La verifica del prototipo finale verrà condotta nel corso del WP6.
  - **WP6:** *Sperimentazione in campo del prototipo del sistema di distribuzione (IMAMOTER - IRPI - DISAFA - TECNOGRANDA).*  
Il prototipo realizzato nel WP5, verrà testato in campo per valutarne la funzionalità e l'efficienza nelle reali condizioni operative. In questa fase verranno confrontate 4 differenti tesi: 1) lotta chimica con trattamenti acaricidi; 2) lotta biologica con rilascio manuale di *P. persimilis*; 3) lotta biologica con rilascio mediante UAV di *P. persimilis*; 4) testimone non trattato. Nelle parcelle sperimentali saranno condotti campionamenti delle popolazioni di *T. urticae* e di *P. persimilis* prima e dopo il rilascio dell'antagonista come descritto nel WP4.

**Fase di exploitation and dissemination**

- **WP7:** *Stesura report, paper scientifici e divulgazione (IRPI - IREA - IMAMOTER - DISAFA - TECNOGRANDA).*

In collaborazione con i responsabili scientifici dei vari WP verranno organizzati incontri divulgativi e dimostrativi in campo. Al termine dei due anni di attività, gli eventi saranno aperti non solo ad operatori del settore e ad esponenti del mondo della ricerca, ma anche a tecnici ed agricoltori coinvolti, in modo da diffondere capillarmente le innovazioni derivanti dalla ricerca. La stretta collaborazione con i partner operativi locali permetterà una ancora più efficiente ricaduta dei risultati sul



territorio, grazie al contatto diretto con agricoltori operanti in diversi comuni della provincia. I risultati conseguiti verranno inoltre divulgati a livello nazionale e internazionale tramite pubblicazioni scientifiche su riviste internazionali ed articoli divulgativi su riviste di settore quali l'Informatore Agrario.

### Coordinamento

- **WP8: Coordinamento (IMAMOTER).**

Le attività di coordinamento del progetto verranno eseguite a vari livelli a mezzo di incontri periodici tra il personale dei singoli partner, video conferenze, email e contatti telefonici al fine di condividere con tutti i partner le informazioni relative agli aspetti amministrativi e tecnici del progetto. Periodicamente verranno verificati l'impostazione sperimentale e i risultati ottenuti allo scopo di individuare eventuali azioni correttive che fossero necessarie per il raggiungimento degli obiettivi previsti. Inoltre verranno verificati il rispetto delle scadenze progettuali, degli adempimenti necessari alla rendicontazione delle spese e la verifica della correttezza delle procedure amministrative.

### Pianificazione temporale

Il progetto avrà durata di 2 anni ed avrà inizio nel mese di novembre 2016. La ripartizione temporale dei WP, sarà la seguente:

Attività	Mese n°																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
WP1																								
WP2																								
WP3																								
WP4																								
WP5																								
WP6																								
WP7																								
WP8																								

### Budget previsto

Il budget totale del progetto, richiesto alla Fondazione CRC, è pari a 193.000 € ed è ripartito come indicato in tabella:

Voce di spesa	Totale
Personale	€ 135.000,00
Acquisto materiali	€ 19.500,00
Analisi e consulenza	€ 23.000,00
Spese gestionali (Trasferte e amministrazione)	€ 10.500,00
Disseminazione & comunicazione	€ 5.000,00
<b>TOTALE COSTI</b>	<b>€ 193.000,00</b>

#### Indicazioni di massima della gestione della proprietà intellettuale e della destinazione delle attrezzature eventualmente acquistate

Le attrezzature acquistate saranno destinate esclusivamente al conseguimento degli obiettivi del progetto e ferma restando la quota di deprezzamento pluriennale.

Il dispositivo di distribuzione e la metodologia di trattamento frutto di questo studio rappresentano un punto di partenza per lo sviluppo di nuove tecnologie da utilizzarsi nell'ambito dell'agricoltura sostenibile. A tal proposito i dispositivi e le metodologie sviluppate saranno oggetto di deposito brevettuale secondo gli accordi tra i partner.

Inoltre i prototipi realizzati saranno utilizzati nello sviluppo successivo della ricerca, volta a migliorarne le prestazioni ed estenderne il campo di utilizzo a colture ed ad avversità fitosanitarie diverse al fine di diffondere l'impiego della lotta biologica quale strumento ecosostenibile. I partner si impegnano ad assicurare la segretezza e la confidenzialità dei dati, delle informazioni, del know-how commerciale contenuti in tutta la documentazione prodotta nel corso dell'attività di ricerca. I partner si impegnano altresì ad assumere tutte le misure di sicurezza necessarie nonché ad acquisire le garanzie, per garantire il rispetto degli obblighi di riservatezza, sicurezza e confidenzialità, sia all'interno della propria organizzazione sia nello svolgimento di ogni attività che implichi rapporti con terze parti.

La proprietà intellettuale dei risultati sarà suddivisa in egual misura tra Fondazione Cassa di Risparmio di Cuneo, CNR IMAMOTER, CNR IRPI, CNR IREA, DISAFA ULF Entomologia Generale e Applicata, TECNOGRANDA, Federazione Provinciale Coldiretti Cuneo, Fagiolcoop delle Valli Cuneesi, Consorzio per la Tutela e la Valorizzazione del Fagiolo Cuneo, Consorzio produttori agricoli - Mercato di Centallo, Consorzio produttori agricoli bovesani, Consorzio Agrario delle Provincie del Nord-Ovest e 7 Vie del Belbo Società Agricola Cooperativa. La pubblicazione di qualsiasi risultato o modello di analisi sviluppato nell'ambito del progetto avverrà previa autorizzazione della Fondazione Cassa di Risparmio di Cuneo, del CNR IMAMOTER, del CNR IRPI, del CNR IREA, del DISAFA ULF Entomologia Generale e Applicata, di TECNOGRANDA, della Federazione Provinciale Coldiretti Cuneo, di Fagiolcoop delle Valli Cuneesi, del Consorzio per la Tutela e la Valorizzazione del Fagiolo Cuneo, del Consorzio produttori agricoli - Mercato di Centallo, del Consorzio produttori agricoli bovesani, del Consorzio Agrario delle Provincie del Nord-Ovest e della 7 Vie del Belbo Società Agricola Cooperativa.

Gli Sperimentatori e Redattori

N. PAMPURO

E. CAVALLO

Il Responsabile della Sede  
Secondaria CNR-IMAMOTER

Torino, 13/07/2016

Eugenio CAVALLO