



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union



SAGRI Sustainable
Agriculture

Titolo del progetto

Skills Alliance for Sustainable Agriculture

Acronimo progetto

SAGRI

**Deliverable 2.2: Studio relativo all'avanzamento dei
progressi tecnologici pratici nel settore agricolo**

Preparato da: Università degli studi della Basilicata

Pietro Picuno

Dina Statuto

Potenza, 31/08/2017

Dettagli del fondo:

Agenzia Esecutiva in materia di Educazione, Audiovisivo e Cultura

Erasmus+: Scuole, Vocational Training per l'Educazione in età adulta, Piattaforme

KA2: Cooperazione per l'innovazione e lo scambio di pratiche virtuose – Alleanze per le Competenze di Settore

Numero di accordo: 2016 – 2987 / 001 - 001

Numero di progetto: 575898-EPP-1-2016-1-EL-EPPKA2-SSA

Supporto:

Co-finanziato dal programma Erasmus + dell'Unione europea

Dettagli dei Deliverable:

Data di scadenza di Deliverable: 31-08 - 2017

Data di effettiva presentazione: 31-08 - 2017

1st Revisione Data: _ - _ - 2017

Data di inizio del progetto: 1-11-2016 durata: 3 anni

Nome dell'organizzazione di capofila per questo risultato finale: AUA

Revisione

Livello di disseminazione		
PU	Pubblico	X
PP	Limitato agli altri partecipanti al programma (inclusi i servizi della Commissione)	
RE	Limitato a un gruppo specificato dal Consorzio (tra cui i servizi della Commissione)	
CO	Riservate, solo per i membri del Consorzio (tra cui i servizi della Commissione)	

Disclaimer:

Il supporto della Commissione europea per la produzione di questa pubblicazione non costituisce un'approvazione del contenuto, che riflette solo le opinioni gli autori, e la Commissione non può essere ritenuta responsabile per qualsiasi uso che potrà essere fatto delle informazioni ivi contenute.



Contenuti

Contenuti	3
1. Prefazione	4
2. Introduzione	5
3. Competenze specifiche	9
3.1 Agricoltura di precisione	9
3.2 Remote sensing per valutare la capacità dei suoli	13
3.3 Gestione integrata dei pesticidi per la protezione delle piante	15
3.4 Riutilizzo agricolo dei residui organici	24
3.5 Tecnologie di irrigazione a goccia e conservazione dell'acqua	28
3.6 Energia rinnovabile e applicazione come fonte di energia verde	31
3.7 Bioenergie e colture energetiche	34
4. Analisi comparativa relativa ai vantaggi dell'utilizzo di nuovi metodi e strumenti specifici rispetto a quelli convenzionali.	36
Conclusioni	42
Riferimenti	43



1. Prefazione

Questo rapporto è stato preparato con l'obiettivo di definire lo stato dell'arte con riferimento al settore delle tecnologie applicate in campo agricolo, secondo l'attività 2 del Workpackage 2 del progetto SAGRI. Esso contiene tutte le informazioni raccolte per quanto riguarda i più recenti progressi pratici del settore ed anche un'analisi comparativa per quanto riguarda i vantaggi dell'utilizzo di specifici nuovi metodi e strumenti, rispetto alle tecniche convenzionali.

I recenti progressi nel settore delle tecnologie in campo agricolo sono stati raccolti e studiati. Particolare attenzione è stata indirizzata alle tecnologie ambientali che sono di diretto interesse per gli utenti finali, ma anche per gli agricoltori europei in un contesto più generale. Questo studio include anche nuove pratiche e metodi per l'applicazione di innovazioni nelle tecnologie ambientali per le aziende agricole e per facilitare le attività quotidiane dei contadini. Inoltre, è stata compiuta un'analisi comparativa finalizzata a sottolineare i vantaggi dei nuovi strumenti e metodi rispetto alle tecniche tradizionali.

I partner che si occupano di ricerca in campo di agricoltura (P1, P5, P8) nell'ambito del progetto SAGRI si sono occupati anche della raccolta di informazioni riguardanti lo stato di avanzamento dell'applicazione della direttiva UE 2009/128/CE; essa costituisce un quadro per l'azione comunitaria ai fini dell'utilizzo sostenibile dei pesticidi nei diversi paesi. Inoltre, I vari partner hanno filtrato e categorizzato le informazioni della direttiva al fine di facilitare il trasferimento dei punti più critici per gli operai del settore agricolo.



2. Introduzione

Per "Agricoltura sostenibile" si intende un sistema integrato di pratiche per la produzione animale e vegetale, che hanno una specifica applicazione a lungo termine:

- Soddisfare i bisogni umani di cibo e fibre.
- Migliorare la qualità ambientale e la base di risorse naturali da cui dipende l'economia agricola.
- Rendere più efficiente l'uso delle risorse non rinnovabili e delle risorse agricole e integrare, se possibile, controlli e cicli biologici naturali.
- Sostenere la redditività economica delle operazioni dell'azienda agricola.
- Migliorare la qualità della vita per gli agricoltori e la società nel suo complesso.

Gli obiettivi fondamentali dell'agricoltura sostenibile sono la salute ambientale, la redditività economica e l'equità sociale ed economica (principio noto come le "tre gambe" dello strumento di sostenibilità). Ogni persona coinvolta nel sistema alimentare - i coltivatori, le industrie del settore alimentare, i distributori, i rivenditori, i consumatori e i gestori di rifiuti - può giocare un ruolo fondamentale per poter garantire un sistema di agricoltura sostenibile.

Esistono molte pratiche comunemente utilizzate da persone che lavorano nel campo dell'agricoltura sostenibile e dei sistemi alimentari sostenibili. I coltivatori possono utilizzare una serie di metodi per promuovere la salute del suolo, ridurre al minimo l'uso dell'acqua e auspicare a più bassi livelli di inquinamento dell'azienda agricola. Consumatori e altri operatori interessati alla sostenibilità possono valorizzare colture "basate sui valori", che sono coltivate con metodi ecologici e finalizzati alla salvaguardia del benessere dell'agricoltore o finalizzati a rafforzare l'economia locale. I ricercatori in campo di agricoltura sostenibile si trovano spesso ad avere a che fare con linee di ricerca trans-disciplinari con il loro lavoro: la biologia, l'economia, l'ingegneria, la chimica, lo sviluppo della Comunità e devono considerare molti altri aspetti. Tuttavia, l'agricoltura sostenibile è più di una raccolta di buone pratiche. Può essere intesa come un



processo di negoziazione: una combinazione di azioni tra gli interessi a volte concorrenti di un singolo agricoltore o di persone in una comunità finalizzate a capire come essi lavorano per risolvere problemi complessi inerenti la coltivazione del cibo.

Un approccio di sistema implica una serie di sforzi interdisciplinari nella ricerca e nell'istruzione, ciò richiede non solo il coinvolgimento dei ricercatori in varie discipline, ma anche degli agricoltori, dei lavoratori agricoli, dei consumatori, dei responsabili politici ecc. Per gli agricoltori, infatti, il passaggio verso un'agricoltura sostenibile richiede normalmente una serie di piccoli passaggi. Economia familiare e obiettivi personali possono influenzare quanto velocemente o quanto i partecipanti al processo sono lontani da questa fase di cambiamento. E' importante comprendere che ogni piccola decisione può contribuire all'avanzamento di tutto il sistema verso un "agricoltura sostenibile". La chiave giusta per l'avanzamento è la volontà di compiere il passo successivo.

Il progetto SAGRI ha come obiettivo principale quello di consentire agli operai agricoli o agli agricoltori di acquisire competenze, conoscenze e capacità al fine di comprendere e analizzare i sistemi agro-ambientali e capire come gli ecosistemi naturali vengono influenzati dall'attività umana – nel quadro del concetto moderno di paesaggio rurale - con un'enfasi sulle tecnologie ambientali che possono essere applicate per ottenere una produzione sostenibile grazie ad una gestione migliorata dei sistemi.

Pertanto, questo report riporta delle soluzioni, su base scientifica, finalizzate ai cambiamenti sostenibili per gli agricoltori. Attraverso la ricerca interdisciplinare, partnership con esperti agricoltori ed altri professionisti agricoli e la comunicazione innovativa, è possibile garantire una visione corretta per conservare e rigenerare risorse naturali limitate mantenendo comunque buoni livelli di produttività per l'azienda, sia a livello regionale che statale. È importante sottolineare che il raggiungimento obiettivi di un'agricoltura sostenibile si basa essenzialmente sulla collaborazione e responsabilità di tutti i partecipanti al sistema, tra cui agricoltori, operai, politici, ricercatori, rivenditori e consumatori. Ognuno ha un proprio ruolo da svolgere, il proprio contributo è unico per rafforzare l'idea di una comunità finalizzata all'agricoltura sostenibile.

Per essere sostenibile il sistema deve essere redditizio. Anche in ambito di agricoltura integrata i profitti sono alla base del supporto per tutte le attività. Il sostegno finanziario a favore dell'ambiente e della biodiversità varia a seconda dei paesi della Comunità europea, ma in tutti i casi richiede che l'agricoltore si impegni nel lavoro e nella pianificazione delle attività (EISDA, 2012).

L'agricoltura integrata va oltre la semplice conformità alle normative vigenti in campo agricolo, ma è finalizzata a rafforzare l'impatto positivo delle pratiche agricole sull'ambiente e nel settore dell'allevamento al fine di ridurre gli effetti negativi e senza perdere di vista la redditività per l'azienda agricola. È orientata verso l'uso ottimale e sostenibile di tutte le risorse dell'azienda agricola, come lavoratori agricoli, bestiame, suolo, energia, acqua, aria, macchinari, paesaggio e fauna selvatica. Questo si ottiene attraverso l'integrazione dei processi naturali nelle aziende agricole e considerando una buona capacità di gestione, al fine massimizzare gli input provenienti al di fuori dell'azienda, mantenere la diversità delle diverse specie e dei paesaggi, minimizzare le perdite, ridurre l'inquinamento, fornire un approvvigionamento alimentare sicuro e sano ed infine sostenere il reddito. Anche se risultano necessarie le risorse esterne, c'è una chiara focalizzazione sull'utilizzo delle risorse locali interne.

Le strategie per raggiungere un'agricoltura sostenibile in un approccio olistico sono raggruppate secondo le aree di interesse: agricoltura e risorse naturali, buone pratiche di produzione animale e un'analisi politica, economica, sociale e tecnologica (PEST) del contesto. Queste rappresentano una gamma di potenziali idee per coloro che sono interessati a interpretare la visione attuale di un'agricoltura sostenibile. I cambiamenti in ambito tecnologico, l'organizzazione del lavoro e gli strumenti disponibili attualmente stanno modificando i requisiti di competenza dei lavoratori agricoli; in particolare essi riguardano:

a) Competenze verdi. I lavoratori agricoli devono essere qualificati e devono disporre di una consapevolezza olistica della sostenibilità. Questo può riferirsi alla comprensione dei cambiamenti climatici, la necessità di riduzione delle emissioni di carbonio, le energie rinnovabili, i biocarburanti, la gestione delle risorse e degli ecosistemi delle acque ed essere aggiornati con la legislazione e le nuove normative riferite alla sostenibilità ambientale.

b) Competenze digitali o tecnologiche. I lavoratori agricoli qualificati dovranno essere in grado di comprendere e applicare nuove tecnologie legate alla produzione primaria di cibo, generi non alimentari, genetica relativa alle colture all'allevamento, prodotti chimici e nuove tecnologie come sensori, satelliti e robotica.

Naturalmente, non tutti i lavoratori agricoli o gli agricoltori hanno conoscenze sufficienti per comprendere tutti i nuovi sviluppi nella ricerca applicata all'agricoltura, poiché alcuni principi richiedono un livello minimo di formazione. Pertanto, prima di individuare le competenze è obbligatorio definire il profilo degli operatori agricoli a cui sono destinati. Nel progetto SAGRI è stato deciso che le competenze di un lavoratore agricolo o coltivatore riguardino una figura con un livello di formazione pari al diploma e che possieda una conoscenza di base e un'esperienza, a livello anche pratico, nel settore agricolo. Sono state identificate sette aree principali in un'ottica di sviluppo tecnologico che può facilitare gli agricoltori in un'agricoltura più sostenibile: 1) agricoltura di precisione; 2) remote sensing per valutare la capacità dei suoli; 3) gestione integrata dei pesticidi nelle coltivazioni; 4) riutilizzo agricolo dei residui organici; 5) irrigazione a goccia e tecnologie a basso consumo di acqua; 6) energie rinnovabili e applicazioni come fonte di energia verde e 7) bioenergia e colture energetiche.

Queste competenze saranno la base per lo sviluppo di programmi di studio innovativi finalizzati all'integrazione tra le più recenti innovazioni del settore "agri-tech" e i corsi di formazione per i lavoratori agricoli secondo il quadro EQF/ECVET.

3. Competenze specifiche

Il ruolo dell'apprendimento implicito nell'acquisizione delle abilità e la distinzione tra apprendimento implicito ed esplicito sono state ampiamente riconosciute negli ultimi anni. Le due prospettive di apprendimento (*top-down* o *bottom-up*), forniscono una nuova prospettiva in merito alle abilità di apprendimento (Sun, 2004). Le abilità di apprendimento, in termini di apprendimento *top-down*, che si basa su un trasferimento di conoscenze da esplicite a implicite, sono state identificate nell'ambito del progetto SAGRI per ciascuno dei moduli formativi proposti. Esse sono delle abilità specifiche finalizzate alla consapevolezza di tutti gli aspetti di sostenibilità agricola e all'introduzione dei principali aspetti di sviluppo tecnologico nei settori specifici. L'introduzione di nuove tecnologie per supportare la gestione delle attività nel settore agricolo permette l'efficienza e la qualità della produzione al fine di migliorarla e, allo stesso tempo, ridurre l'impatto ambientale. La rapida evoluzione delle tecnologie di comunicazione e di informazioni geografiche offrono un enorme potenziale per lo sviluppo di soluzioni ottimizzate per la diffusione di informazioni nell'agricoltura di precisione.

3.1 Agricoltura di precisione

Negli ultimi 10 anni si è assistito ad una rapida evoluzione della tecnologia, soprattutto nel mondo dell'agricoltura. Agricoltura di precisione (PA) è un termine che si è diffuso sempre di più grazie all'introduzione della tecnologia nel settore. È un concetto di che si basa sulla gestione delle pratiche agricole moderne utilizzando tecniche digitali per monitorare e ottimizzare i processi di produzione. Piuttosto che applicare la stessa quantità di fertilizzanti su un intero campo agricolo, o nutrire tutto un allevamento con la stessa quantità di mangime, l'agricoltura di precisione si occuperà di misurare le variazioni delle condizioni di un campo e adattare, di conseguenza, la concimazione o la strategia di raccolta (EPRS, 2016). Allo stesso modo, sarà possibile valutare i bisogni e le condizioni di ciascun animale e ottimizzare la quantità di nutrimento per ciascun animale. Questo studio si propone di informare tutte le parti interessate del settore agricolo



dell'attuale stato dell'arte, dei possibili sviluppi per le generazioni future, della opportunità e delle varie opzioni che i decisori politici europei devono prendere in considerazione. Attualmente, sono disponibili una vasta gamma di tecnologie in ambito di PA.

Le competenze specifiche che potrebbero essere raggiunte, grazie ai progressi tecnologici in campo di agricoltura di precisione, sono:

- a) Nozioni sui principi di agricoltura di precisione ed i potenziali benefici derivanti dalla sua applicazione. I metodi della PA si basano principalmente su una combinazione di nuove tecnologie di sensori, navigazione satellitare, tecnologia di posizionamento e "l'Internet delle cose". PA si sta diffondendo in molte aziende agricole di tutta Europa con la finalità di supportare gli agricoltori nelle pratiche agricole. L'obiettivo è quello di risparmiare sui costi, ridurre l'impatto ambientale e produrre alimenti migliori.
- b) Nozioni per l'adozione e l'implementazione di PA. I metodi PA promettono di migliorare la quantità e la qualità della produzione agricola utilizzando meno risorse (acqua, energia, fertilizzanti, pesticidi, ecc.). Le prime implementazioni di pratiche di PA già esistono in agricoltura in campo di coltivazioni e produzioni di latticini, ma queste tecnologie possono essere applicate anche ad altri settori. Ora, un sacco di progressi sono stati compiuti nello sviluppo di metodologie di PA e il mercato di queste tecniche è pienamente influenzato dagli investitori, ma il potenziale della PA non è ancora stato sfruttato appieno.
- c) Nozioni sulle migliori tecniche e tecnologie per valutare la variabilità in campo. Rendendo gli agricoltori proprietari dei loro dati e fornendo l'opportunità di controllare il flusso dei dati, le parti interessate dovrebbero essere facilitate al trasferimento delle informazioni tra gli agricoltori. Le politiche di sviluppo rurale e la politica regionale dovrebbero garantire l'accesso ad internet a banda larga(4G/5G) ed aiutare a trovare nuove forme di occupazione nel caso in cui l'agricoltura necessiti di meno manodopera. Il Regolamento (UE) n. 1305/2013 del Parlamento europeo e del Consiglio, del 17 dicembre 2013, definisce misure relative al sostegno dello sviluppo rurale da parte del fondo agricolo europeo per lo sviluppo rurale (FEASR). Questo regolamento stabilisce le norme generali

che disciplinano il sostegno dell'Unione per lo sviluppo rurale, finanziate dal FEASR e istituite dal regolamento (UE) n. 1306/2013.

d) Competenze per l'attuazione e/o utilizzo di tecnologie di agricoltura di precisione. Le tecnologie di PA vengono utilizzate per l'identificazione dell'oggetto, la georeferenziazione, per la misurazione di parametri specifici, nei Sistemi Globali di Navigazione Satellitare (GNSS), per la connettività, l'archiviazione di dati e analisi, per i sistemi di assistenza, in campo di robotica e navigazione autonoma. PA risulta quindi di fondamentale importanza per lo sviluppo di pratiche di agricoltura di precisione, per la gestione dei dati, la proprietà e l'accesso ai dati. Particolare attenzione è necessaria per stabilire un approccio di *open-data* in tutta la catena alimentare, con adeguati standard che facilitano lo scambio di dati, evitandone un uso improprio e conseguenti effetti. Oltre alla questione della sostenibilità, PA offre tecnologie per la produzione di più prodotti agricoli con meno risorse. Per esempio, i sistemi di monitoraggio basati sui sensori forniscono agli agricoltori, con una informazione più dettagliata, le informazioni sullo stato delle colture e le previsioni per un rendimento migliorato. PA, inoltre, svolge un ruolo importante nel settore zootecnico e può contribuire alla sicurezza alimentare. PA rende più trasparente la catena dei processi in agricoltura migliorando il monitoraggio, l'analisi e la documentazione. Il monitoraggio delle colture e del bestiame potrà fornire migliori previsioni sulla qualità dei prodotti agricoli. La catena alimentare sarà più facile da monitorare per i produttori, i rivenditori ed i clienti e si giocherà un ruolo significativo per salvaguardare la salute delle piante. Le attuali tecnologie consentono di monitorare a diversi livelli le operazioni nel settore di agricoltura di precisione.

PA usa non solo la navigazione satellitare e il posizionamento di sistemi, ma anche una vasta gamma di altre tecnologie. Esse riguardano: (EPRS, 2017):

- Sistemi di sterzo automatizzato, che possono assumere compiti specifici di guida come ad esempio l'auto-sterzo, che segue i bordi del campo e permette la sovrapposizione di righe. I sistemi di sterzo automatici riducono gli errori umani, inoltre, contribuiscono ad una buona



gestione del terreno. La retromarcia automatica, ad esempio, potrebbe far risparmiare dal 2% al 10% dei consumi (EPRS, 2016).

- Geo-mapping, che sono utilizzati per produrre mappe che identificano, per esempio, tipi di suoli e livelli di nutrienti per particolari settori. Con questo scopo le mappe possono essere utilizzate per correlare le tecniche di produzione ai rendimenti in funzione della variabilità del terreno. La correlazione consente agli agricoltori di sviluppare le più efficaci strategie di trattamento del suolo in relazione alla coltura, consentendo quindi una maggiore produzione. Oggi, gli agricoltori nei paesi sviluppati utilizzano le mappe e i sistemi GPS per una più precisa applicazione di pesticidi, erbicidi e fertilizzanti; migliorando il controllo e la dispersione delle sostanze chimiche attraverso le tecniche di agricoltura di precisione, riducendo le spese, producendo un rendimento più elevato e creando una azienda agricola più ecologica (<http://farmnxt.com/>). Remote Sensing, Sistemi Informativi Geografici (GIS) e Sistemi di Posizionamento Globale (GPS) possono fornire le tecnologie necessarie per massimizzare i benefici economici e ambientali per gli agricoltori. Tuttavia, la maggioranza degli agricoltori attualmente non hanno le competenze per utilizzare queste tecnologie in modo efficace (Seelan et al., 2003).
- Sensori e remote sensing, che permettono di utilizzare dati raccolti da una certa distanza per valutare il suolo e la salute delle piante, permettono anche di misurare parametri quali umidità, sostanze nutritive, compattazione dei suoli e malattie delle colture. Questi sensori possono essere installati su macchine mobili. Gli agricoltori dell'UE possono usufruire di una vasta gamma di sensori per l'acquisizione dei parametri dei suoli e delle colture, le condizioni atmosferiche e comportamento animale. Misure termiche, ottiche, meccaniche e chimiche effettuate tramite sensori vengono applicate per quantificare la biomassa delle colture, lo stress delle piante, i parassiti, le malattie, le proprietà dei suoli e le condizioni climatiche (Gebbers, 2014).
- I robot agricoli del futuro saranno autonomi e in grado di riconfigurare la propria architettura per eseguire vari compiti. Essi offrono un enorme potenziale finalizzato alla sostenibilità:

- Essi faciliteranno la transizione energetica. I robot saranno alimentati da energia elettrica che potrebbe essere prodotta presso l'azienda.
- Possono minimizzare la compattazione del suolo dovuta ai macchinari pesanti. Il robot sarà più leggero e in grado di intervenire solo dove necessario, essendo permanentemente sui campi. (Swarm robot sono dei semplici robot, che possono essere coordinati in modo decentrato, al fine di eseguire congiuntamente le attività più complesse).
- Verrà richiesto meno lavoro e minori risorse in ingresso, i robot saranno in grado di migliorare la produttività, così come già succede nel settore lattiero-caseario.
- I robot saranno in grado di ottimizzare le risorse utilizzate dagli agricoltori (fertilizzanti, pesticidi, insetticidi) e ridurre l'impatto sui suoli e le falde acquifere.

3.2 Remote sensing per valutare la capacità dei suoli

Il suolo può essere considerato una risorsa limitata e la concorrenza tra le diverse alternative di uso del suolo è complessa; la conoscenza delle caratteristiche intrinseche è importante per la valutazione della capacità dei suoli ed è importante per una buona attività di pianificazione. Trovare una soluzione a questi potenziali problemi in fase di ideazione di un progetto è generalmente più economico rispetto a dover trovare delle soluzioni. Se le caratteristiche del suolo vengono trascurate possono verificarsi fenomeni di erosione, inondazioni e frane. Gran parte dei danni sono il risultato di una cattiva gestione durante la fase di costruzione ma anche successivamente nelle aree a rischio critico di erosione (<http://www.legislation.act.gov.au>).

Gli operai agricoli hanno bisogno di alcune informazioni riguardanti l'uso del telerilevamento per la valutazione della capacità del terreno e le competenze specifiche necessarie potrebbero essere raggiunte grazie ai pratici progressi tecnologici nel settore del telerilevamento al fine di poter valutare la capacità dei suoli. Essi sono:



- a) Capire i concetti base relative alla capacità dei suoli. L'analisi della capacità dei suoli richiede l'utilizzo di diversi tipi di dati spaziali e non spaziali (suolo, clima, uso del suolo, topografia, ecc.). Questi dati possono essere incorporati in un Sistema Informativo Geografico (GIS) per ottenere informazioni in merito a diverse tematiche da utilizzare nelle procedure di valutazione del terreno. L'uso di tecniche di telerilevamento, grazie alla capacità di coprire grandi aree con un buon grado di precisione, è diventato sempre più importante per raccogliere grandi quantità di dati in campo, facilitando la valutazione delle possibilità di utilizzo dei suoli.
- b) Nozioni sulla valutazione degli obiettivi, principi e classificazione dei terreni. La valutazione della capacità dei suoli si basa su un'analisi del rischio di erosione con l'obiettivo di considerare le conseguenze dello sviluppo su una particolare area. Quando l'effetto di uno sviluppo è considerato in combinazione con il rischio di erosione, diventa un potenziale pericolo di erosione. È il contrario quando si tengono in considerazione i vincoli per lo sviluppo dei terreni che possono verificarsi in una zona. Queste informazioni complementari forniscono una valutazione della capacità dei suoli al fine di sostenere un uso appropriato dei terreni. Numerosi fattori contribuiscono all'avvio del fenomeno di erosione; questi includono la distruzione della vegetazione, la riduzione della superficie del terreno causata dalla costruzione di strade di accesso, lo smaltimento del deflusso, lo scavo e il riempimento di terra. Tecniche di stabilizzazione inadatte possono aggravare i fenomeni di erosione e possono prolungare gli effetti erosivi anche dopo la fase di costruzione. La valutazione del rischio di erosione include la caratterizzazione delle proprietà del suolo e l'identificazione delle pratiche di conservazione, temporanea e permanente, che possono essere richieste. Queste possono essere la classificazione e modellazione dei terreni, le terrazze, gli scarichi di superficie e di sottosuolo, le deviazioni, le banchine, i bacini di sedimentazione, i corsi d'acqua, il grado di stabilizzazione delle strutture, la copertura vegetale su siti critici e la pacciamatura. Di conseguenza, la valutazione della capacità dei suoli fornirà una serie di informazioni:
- rischio di erosione basato sulle condizioni esistenti,

- pericolo di erosione e le attività di sviluppo che possono aumentare il rischio di erosione,
 - vincoli allo sviluppo imposti dalle condizioni naturali.
- c) Nozioni su procedure di valutazione dei suoli e dati richiesti. Informazioni dettagliate relative alle proprietà dei profili dei suoli sono essenziali per l'avvio della valutazione di idoneità delle colture alle differenti tipologie di suoli esaminate. Quindi, lo studio dei dati di indagine del suolo sono indispensabili per la generazione di una mappa dell'area di studio che permetta la determinazione delle idoneità dei suoli. I dati di Remote Sensing, insieme alle informazioni derivanti dallo studio dei suoli possono essere integrati nel Sistema Informativo Geografico (GIS) per valutare l'idoneità delle colture in relazione alle diverse condizioni pedologiche e biofisiche.
- d) Definizione di telerilevamento, principi e tecniche principali per la valutazione della capacità.
I dati di Remote sensing (RS) possono essere utilizzati per stimare i parametri biofisici e gli indici oltre che per analizzare il territorio ed identificare le coperture dei suoli durante le diverse stagioni (Rao et al., 1996 e Petri et al., 2006). Tuttavia, i dati RS da soli non possono suggerire l'idoneità delle colture per una certa area a meno che i dati siano integrati con quelli specifici dei rilievi del terreno e quelli climatici del sito. I dati RS, inoltre, possono essere utilizzati per delineare varie unità morfologiche oltre che informazioni accessorie sulle caratteristiche del sito quali pendenza ed esposizione dell'area di studio.

3.3 Gestione integrata dei pesticidi per la protezione delle piante

"Gestione integrata dei pesticidi" significa un'attenta valutazione di tutti i metodi di protezione disponibili e successiva integrazione di misure appropriate per scoraggiare lo sviluppo di organismi nocivi e ridurre l'uso dei prodotti fitosanitari e le altre forme di intervento a livelli tali da essere economicamente ed ecologicamente giustificati ed al fine di ridurre o minimizzare i rischi per la salute umana e l'ambiente. «Le tecniche di lotta integrata contro i parassiti» si basano sulla crescita delle colture sane con il minor danno per gli agro-ecosistemi e incoraggia i meccanismi

di controllo dei parassiti naturali, in accordo con la direttiva 2009/128/CE del Consiglio del Parlamento europeo, che istituisce un quadro per l'azione comunitaria ai fini dell'utilizzo sostenibile dei pesticidi.

L'applicazione in Italia della Direttiva 2009/128/CE dell'Unione europea sull'uso sostenibile dei pesticidi è stata recepita in Italia dal decreto legislativo n° 14 del 14 agosto 2012, pubblicato sulla Gazzetta ufficiale italiana – G.U. 202 del 30 agosto 2012. Dopo anni di battaglie in merito all'introduzione della prescrizione per l'utilizzo di pesticidi, questa legge ha introdotto la figura del *consulente*, cioè una figura qualificata, in grado avere le adeguate conoscenze per la commercializzazione dei prodotti agrochimici. Il tecnico deve possedere un'adeguata formazione in merito alle tecniche di difesa integrata e quindi non deve solo fornire agli acquirenti tutte le informazioni di cui hanno bisogno per poter utilizzare gli agrofarmaci. Grazie a questa legge – entrata in vigore nel novembre 2015, superando la precedente normativa italiana (DPR 1255 del 1968) - sono state introdotte le seguenti novità: certificazione per l'utilizzo di tutti i prodotti chimici; controllo periodico dell'apparecchiatura e delle macchine; divieto di trattamenti aerei (con qualche possibilità di deroga); protezione delle acque; riduzione dell'uso dei prodotti fitosanitari in alcune aree specifiche; conferma del registro dei trattamenti; difesa integrata obbligatoria. Alcuni di questi nuovi obblighi sono comunque attualmente ancora lontani dall'essere rispettati, mentre i controlli pertinenti sono ancora in una fase di definizione.

L'applicazione della direttiva 2009/128/CE in Grecia è stata recepita con la legge 4036/2012 (A8) emessa il 27/01/2012. L'obiettivo della legge è stato il recepimento della presente direttiva in campo nazionale e per stabilire la conformità ai requisiti della direttiva 2009/128/CE.

E' per questo motivo che le disposizioni della presente direttiva sono state recepite ed inserite negli articoli da 15 a 31 in un capitolo definito come "Misure per l'attuazione immediata della direttiva 2009/128/CE", seguite dagli articoli da 32 a 46, che erano separati e riguardavano le "misure nazionali per il rispetto dei requisiti della direttiva 2009/128/CE".

Il piano di azione nazionale era completamente descritto nella legge e talune disposizioni delle misure della 4036/2012 erano valutate come critiche per l'implementazione dell'utilizzo sostenibile



dei pesticidi in Grecia, come può essere ad esempio l'utilizzo di un sistema elettronico per la raccolta di dati statistici su vendite di pesticidi per i rivenditori.

Il piano di azione nazionale è stato rilasciato considerando le decisioni ministeriali comuni 8197/90920/22-7-2013 firmate dal Ministro dello sviluppo rurale e dell'alimentazione, il Ministro dell'ambiente, energia e per il cambiamento climatico e il Ministro della salute.

Nel sito del Ministero dello sviluppo rurale e dell'alimentazione, la parte della legge 4036/2012 fa riferimento alla direttiva 2009/128/CE e il piano d'azione nazionale greco sull'utilizzo sostenibile dei pesticidi sono stati resi disponibili anche in inglese.

L'applicazione della direttiva europea 2009/128/CE in Portogallo è stata attuata in due fasi. Il decreto-legge n. 86/2010 del 15 luglio 2010, che ha definite come obbligatoria l'ispezione delle attrezzature per l'applicazione dei trattamenti per la protezione della pianta. Nel 2013 la legge 26/2013 dell'11 aprile, regola tutti gli aspetti relative alla vendita, distribuzione, commercializzazione, trasporto, deposito e applicazione dei prodotti fitosanitari.

L'applicazione di queste disposizioni è stata effettuata progressivamente, come previsto dalla direttiva europea 2009/128/CE, partendo dal novembre 2014 (1° gennaio 2014), con l'obbligo di una produzione agricola nel rispetto dei principi di protezione integrata. Questo passaggio ai principi di protezione integrata, necessita la revisione di tutti i prodotti fitosanitari approvati dalla direzione generale del Ministero dell'agricoltura e veterinaria (DGAV), ossia è stato definito un elenco delle sostanze attive ammesse in ambito di protezione integrata.

La legge n. 26/2013 dell'11 aprile prevedeva la formazione di tutti i soggetti coinvolti nel processo di vendita e/o applicazione. In questo contesto, tutti gli utenti di qualsiasi prodotto fitosanitario devono avere una sorta di *licenza* per l'applicazione e il loro identificativo deve essere registrato nel momento dell'acquisto dal rivenditore. L'atto di vendita, ora definito dall'articolo 9 della legge n. 26/2013 dell'11 aprile, come un *atto di vendita responsabile*, richiede la conformità con diversi requisiti; occorre informare l'acquirente in merito ai possibili rischi che i prodotti fitosanitari possono causare; delle precauzioni da adottare per evitare rischi dovuti all'uso dei prodotti fitosanitari e per consigliare le corrette condizioni di utilizzo, trasporto e stoccaggio dei

prodotti fitosanitari, in particolare anche le procedure per il trattamento dei rifiuti degli imballaggi e i prodotti fitosanitari in eccesso. Questa legge rafforza il ruolo delle entità che forniscono i servizi nel campo di applicazione dei prodotti fitosanitari alle colture, che devono essere riconosciuti da DGAV in ambiti agricoli e aree forestali, o in aree non agricole. Con l'articolo 8 della direttiva 2009/128/CE è stata recepita la legislazione del decreto legge n. 86/2010 del 15 luglio. Il documento stabilisce l'obbligo di ispezionare tutte le attrezzature per l'applicazione dei trattamenti finalizzati alla protezione delle colture alla data del 26 novembre 2016, e si basa sullo standard europeo NPEN 13790:2003. In tutti gli Stati membri dell'Unione, l'ispezione degli impianti dovrebbe essere garantita e i controlli dovrebbero essere accettati e riconosciuti. I controlli sulle attrezzature per l'applicazione dei prodotti fitosanitari sono validi per 5 anni fino a quando verrà effettuata la prossima ispezione, il periodo si riduce a 3 anni a partire dal 1° gennaio 2020. I centri di ispezione periodica (CIPP) vengono riconosciuti dal DGAV e il relativo elenco di tutti gli ispettori autorizzati è rivelato dal DGAV sul sito Web.

Le competenze specifiche che potrebbero essere raggiunte grazie ai pratici progressi tecnologici in materia di gestione integrata dei parassiti sono:

- a) Nozioni sugli obiettivi generali e principi della lotta integrata (Direttiva 2009/128/CE allegato III); il termine "gestione integrata dei pesticidi (IPM)" è stato originariamente sviluppato come *controllo integrato dei parassiti* nel 1959, concentrandosi sulla determinazione dei parassiti per determinare la soglia per l'applicazione di pesticidi. Tuttavia, questo approccio è stato sostituito negli anni '70 per integrare la gestione dell'azienda agricola con le risorse naturali, dato che alcune pratiche agricole influenzano lo sviluppo dei parassiti, intensificando le coltivazioni si assiste ad un possibile aumento dei parassiti, di conseguenza devono essere adottate quindi delle misure finalizzate alla gestione dei parassiti. L'allegato III della Direttiva 2009/128/CE ha l'obiettivo di stabilire un quadro legislativo ai fini dell'utilizzo sostenibile dei pesticidi, riducendo i rischi e gli impatti degli stessi sulla salute umana e l'ambiente e promuovendo l'uso dei parassiti e di approcci alternativi di gestione integrata o tecniche innovative quali valide alternative ai pesticidi.

Sono qui riportate alcune recenti tecniche che possono svolgere un ruolo significativo (Patel, 2015).

- L'uso attento dei pesticidi: l'industria privata, il governo centrale e e gli enti preposti sono chiamati a definire una *road map* per il corretto uso dei pesticidi.
- Nuovi insetticidi: Eccellente efficacia, alta selettività e bassa tossicità nei mammiferi rendono i nuovi insetticidi un sostituto attraente per gli organofosfati, i piretroidi e il carbammato. La maggior parte di essi sono considerati insetticidi a "rischio ridotto". L'ampia varietà di nuove modalità d'azione è estremamente utile per ritardare la resistenza nei parassiti.
- Trattamento del seme: Deve essere usato come base per validare e implementare con successo la "Gestione Integrata dei Pesticidi (IPM)" e gli agricoltori devono rispettare adeguati processi, trattamenti appropriati e le dovute precauzioni.
- Salvaguardia degli impollinatori: l'impollinazione viene intesa come una componente essenziale dell'IPM. È essenziale per elaborare moduli specifici di IPM; i pesticidi chimici possono essere utilizzati come ultima soluzione e devono comunque essere basati su molecole insetticide più recenti e più sicure.
- Migliore formulazione dei pesticidi: l'efficacia dei pesticidi nell'IPM dipende in gran parte dalla formulazione. Formulazioni di nuova generazione (granelli-WDG, concentrato in sospensione -SC, concentrato in emulsione-CE, microemulsione-ME, rilascio controllato (CR), sospensioni per emulsione (SE), formulazioni in compresse (WT), emulsion in formulazione e Nano-formulazione) sono relativamente più efficaci, sicure e facili da maneggiare nel rispetto dell'ambiente rispetto alle formulazioni convenzionali.
- Nutrizione bilanciata e buona salute delle colture: La presenza di parassiti e la loro moltiplicazione rimane inferiore nelle colture sane nutrizionalmente equilibrate. Il ruolo

di elementi benefici come il silicio (Si) deve essere controllato per capire le dinamiche della popolazione dei parassiti e la resistenza alle malattie.

- **Gestione della resistenza dei pesticidi come parte di IPM:** Vi è ora una forte raccomandazione che il programma di gestione dei parassiti debba essere sviluppato nell'ambito di un approccio IPM generale, per un dato sistema di fitofarmaci e colture. Le tattiche sviluppate per la gestione della resistenza degli stessi includono miscele di pesticidi, rotazione di pesticidi, uso di pesticidi con diverse modalità di azione, necessità di applicazione basata su differenti pesticidi, uso di pesticidi efficaci con dosi raccomandate, ecc.
- **Agro-consulenza nell'IPM:** Ora è di grande utilità per agro-meteorologi, meteorologi, modellisti, agricoltori e altre parti interessate sfruttare le potenzialità delle previsioni meteorologiche per il controllo dei parassiti, il calendario dei parassiti e la sorveglianza degli stessi, con conseguente aggiunta di valore sotto forma di consulenza degli agricoltori con speciale riferimento a IPM .
- **Servizio di diagnostica:** la diagnosi specifica degli organismi patogeni per la pianta è considerata come importante elemento dell'IPM. A questo proposito, nuove opportunità sono state sviluppate per la diagnosi veloce della pianta e dei virus applicando la tecnologia molecolare.
- **Piano di emergenza per l'attacco dei parassiti:** Il sistema di coltivazione e lo scenario dei parassiti, in particolare, è già stato sperimentato con qualsiasi modifica temporale a causa dell'incertezza del clima. Quindi, il piano di emergenza IPM potrebbe essere disponibile per gestire qualsiasi situazione di epidemia improvvisa di parassiti.
- **Rizomicroorganismi promotori della crescita delle piante (PGPR):** i bioinoculanti, sotto forma di microrganismi viventi (biofertilizzanti e bioparassitari) se applicati a semi, zone di radici o superfici vegetali, promuovono una crescita olistica delle piante contribuendo alla resistenza delle piante contro i parassiti.

- b) Conoscere le normative e i regolamenti nazionali pertinenti all'adozione della gestione integrata delle specie nocive. Una delle caratteristiche principali della direttiva è che ciascun Stato membro dovrebbe sviluppare e adottare il proprio piano d'azione nazionale e stabilire obiettivi quantitativi, traguardi, misure e scadenze per ridurre i rischi e l'impatto dovuto all'uso dei pesticidi sulla salute umana e sull'ambiente e incoraggiare lo sviluppo e l'introduzione di una difesa integrata, insieme ad un approccio basato su tecniche alternative per ridurre la dipendenza dall'uso di pesticidi. Sono inclusi test obbligatori per le attrezzature per le applicazioni, formazione e certificazione di tutti gli utenti professionali, distributori e consulenti, un divieto (soggetto a deroghe) sull'irrorazione aerea, misure speciali per proteggere l'ambiente acquatico, spazi pubblici e le aree di conservazione, minimizzare i rischi per la salute umana e l'ambiente attraverso la manipolazione, lo stoccaggio e lo smaltimento controllato.
- c) Nozioni sulle tecniche e strategie di gestione integrata dei parassiti: è possibile definire l'IPM come una strategia o un sistema che combina tutti i metodi disponibili per garantire che le coltivazioni stiano crescendo in modo tale da produrre rese elevate in relazione al loro potenziale genetico. Questo è il motivo per cui il principio fondamentale di IPM è quello di coltivare colture sane attraverso l'applicazione di buone pratiche di gestione delle colture. Questo è l'approccio migliore per una gestione efficace dei parassiti e delle malattie sul campo e nello smaltimento dei sottoprodotti, che conduca ad un ambiente sano e ad un'agricoltura sostenibile.
- d) Il processo decisionale. Il coinvolgimento dell'agricoltore nel processo decisionale è diventato indispensabile dato che vengono prese in considerazione le condizioni agricole, ecologiche e socio-economiche specifiche del sito. L'attuale approccio all'IPM è pertanto più partecipativo e gli agricoltori devono partecipare allo sviluppo della tecnologia ed anche agli studi del settore, al fine di determinare le soluzioni specifiche per il sito. Sia gli agricoltori che gli esperti si concentrano sulla produzione di un raccolto sano che a sua volta produce un alto rendimento e buona redditività. Pertanto,

al fine di implementare un'IPM di successo, dobbiamo pensare a come far crescere piante sane in un'ambiente sano e scoprire di cosa necessitano per crescere e produrre un alto rendimento. Tutte le colture hanno bisogno di terreni fertili, acqua sufficiente e buona luce solare e di solito sono soggette all'attacco di parassiti, malattie o erbe infestanti in qualsiasi fase della crescita delle colture. Nelle condizioni favorevoli, le piante coltivate cresceranno e produrranno frutti e semi abbondanti. Pertanto, in assenza di parassiti, di insetti, di malattie e di erbe infestanti le colture cresceranno sane e forti.

e) Nozioni sugli standard per un uso sostenibile dei prodotti fitosanitari: la gestione delle malattie delle piante si basa su diversi principi importanti. Mentre il controllo delle malattie delle piante spesso non è pratico o addirittura possibile, potrebbe essere possibile ridurre il progresso della malattia e mantenerla a un livello accettabile (Università del Nevada):

- L'esclusione delle malattie delle piante consiste in pratiche volte a mantenere gli agenti patogeni (cose che causano malattie), i vettori (le cose che diffondono la malattia) e le piante lontane da aree libere da malattie. L'obiettivo di questo metodo di gestione è impedire alla malattia di entrare nell'area in cui le piante crescono. Ad esempio, è importante non piantare mai piante malate o infestate. Un altro metodo è quello di coltivare in aree in cui non è presente l'organismo patogeno.
- L'eradicazione consiste nell'eliminare, distruggere o inattivare un organismo patogeno dopo che è stato individuato. Ciò comprende:
 - Distruzione di piante infette
 - Disinfezione di contenitori e attrezzature di stoccaggio
 - Disinfezione del suolo mediante fumigazione, pastorizzazione, solarizzazione o inzuppamento.

Poiché la completa eradicazione non è sempre possibile o economicamente fattibile, questo metodo di controllo include anche la riduzione dell'organismo patogeno a un livello accettabile. Ridurre il livello di infestazione comporta pratiche culturali, come servizi igienico-

sanitari, rimozione di piante o parti di piante malate, rotazione delle colture, eliminazione di erbe infestanti o altre piante che potrebbero essere alla base della malattia e scoraggiare o prevenire gli insetti vettore.

- La protezione stabilisce una barriera chimica o fisica tra la pianta e la causa della malattia. Ad esempio, sono disponibili applicazioni chimiche per prevenire l'insorgenza di una malattia, come polveri fungicide e nematocidi (controlli dei nematodi).
- Resistenza. Questo metodo di controllo si concentra su varietà resistenti. La resistenza si ottiene alterando il sistema genetico della pianta per renderlo meno suscettibile all'organismo patogeno. Esistono due tipi di resistenza utilizzati nella gestione delle malattie delle piante. La resistenza verticale fornisce una resistenza o un'immunità di livello molto alto per specifici ceppi di organismi patogeni. La resistenza orizzontale è un livello inferiore di resistenza, si può intendere come tolleranza a molti altri ceppi di organismi patogeni. Entrambi i tipi di resistenza sono usati nello sviluppo di piante agricole. Ci sono anche sul mercato molti alberi, arbusti e colture ornamentali e vegetali con varietà resistenti.
- Terapia. Questo metodo di gestione delle malattie delle piante si ottiene incorporando un agente di controllo chimico nei processi fisiologici della pianta per invertire il progresso dello sviluppo della malattia dopo che si è verificata l'infezione.
- Annullamento. Questo metodo di gestione delle malattie delle piante include pratiche colturali che aiutano a evitare il rischio di infezioni. Pratiche come la selezione della data di impianto, la preparazione del letto di semina e la gestione dell'acqua sono pratiche colturali che aiutano a evitare le malattie. Suoli scarsamente drenati, ombreggiamento e altri fattori possono aumentare la suscettibilità delle piante alle malattie.

Utilizzando il telerilevamento e il GPS, è possibile identificare la posizione esatta in cui è richiesta l'applicazione di fertilizzanti o pesticidi. Il trattamento a frequenza variabile (VRT) è un sistema che regola il tasso di pesticidi o fertilizzanti, rilasciando solo la quantità necessaria sulle aree che hanno bisogno dei prodotti chimici. Questo riduce notevolmente la quantità di sostanze chimiche

che vengono applicate sul campo e comporta costi inferiori per l'agricoltore, poiché sono richieste meno quantità avendo anche un minore effetto sull'ambiente (<http://www.seos-project.eu>). Oltre all'argomento relativo ai pesticidi ed ai fertilizzanti, anche l'acqua detiene un ruolo molto importante dato che quella di buona qualità sta diventando sempre meno disponibile in tutto il mondo. Risparmiare acqua con l'uso di trattamenti a tasso variabile è già un fattore indispensabile per le buone pratiche agricole e diventerà ancora più significativo negli anni a venire.

3.4 Riutilizzo agricolo dei residui organici

I residui organici o i fertilizzanti organici sono importantissimi per la capacità dei terreni di riprodurre l'humus e svolgere un ruolo chiave nel riciclaggio dei nutrienti delle piante. In termini di quantità e utilizzo negli ultimi anni sono state osservate due tendenze. Il volume di fertilizzanti organici generati dall'agricoltura e riutilizzati è aumentato nettamente nei contesti regionali e la domanda non agricola di biomassa finora utilizzata per ricostituire i livelli di humus è cresciuta fortemente nello stesso periodo. La crescente quantità di fertilizzanti organici può essere attribuita (i) all'aumento regionale dell'allevamento (ii) all'aumento dei digestati conseguente alla maggiore fermentazione della biomassa negli impianti di biogas. Inoltre, i materiali organici residui provenienti dal trattamento delle acque reflue e dai rifiuti industriali e domestici sono utilizzati anche ai fini agronomici (Scientific Advisory Board on Fertilizers Issues at the Federal Ministry of Food and Agriculture, 2015,). In linea con la legge e con l'ordinanza sull'impiego di fertilizzanti, i seguenti fattori devono essere considerati per quanto riguarda l'uso corretto dei fertilizzanti in agricoltura:

- la concentrazione locale e regionale di allevamenti e la produzione di biogas, che spesso porta ad un'eccedenza di nutrienti a livello di azienda agricola, locale e regionale,
- la crescente pressione che questo comporta, ossia l'utilizzo dell'eccedenza a livello interaziendale e sovraregionale, che a sua volta porta ad un aumento dei rischi fitosanitari e dei rischi di infezione per quanto riguarda il concime aziendale,



- la contaminazione di fertilizzanti organici e materiali organici residui da parte di inquinanti inorganici e organici. La crescente domanda non agricola di biomassa può essere spiegata principalmente dalle possibilità di riciclare la paglia o di usarla come mezzo per generare energia. Eliminare la paglia dal ciclo dei rifiuti agricoli pone una serie di problemi in merito ai contenuti di sostanza organica dei suoli e quindi si fa ricorso all'utilizzo di fertilizzanti per ricostituire l'humus nei terreni. I fertilizzanti organici e i materiali organici residui devono essere valutati in termini di contenuto di nutrienti e disponibilità di sostanze nutritive, contenuto di sostanze inquinanti, carichi di sostanze nutritive e inquinanti, nonché per quanto riguarda i rischi fitosanitari associati al loro uso in agricoltura. Il fabbisogno stimato, le quantità effettive e una valutazione dei benefici e dei rischi relativi al loro utilizzo devono fornire una base di partenza per la definizione di raccomandazioni sull'uso di fertilizzanti organici e materiali organici residui da parte di chi si occupa di agricoltura, amministrazione e di politiche e legislazione inerente.

Sulla base delle attuali statistiche di coltivazione (Annuario statistico 2014), è stato assunto nel calcolo del fabbisogno di nutrienti (azoto (N), fosforo (P), potassio (K)) che la quantità di concime richiesta a medio termine corrisponderà all'assorbimento di sostanze nutritive (prodotti della raccolta e prodotti comuni) delle varie colture. Questo fabbisogno di nutrienti è stato confrontato con la quantità effettiva di sostanze nutritive contenuta nei fertilizzanti organici e i prodotti congiunti provenienti da colture agricole e generata dalla coltivazione di colture che migliorano i quantitativi di sostanza organica, come ad esempio la fissazione dell'azoto per i legumi. Quando si considerano tutti i gruppi di sostanze, circa il 91% del fabbisogno N, il 71% del fabbisogno P e il 76% del fabbisogno di K, sono contenuti in fertilizzanti organici e materiali organici residui, anche se il reale grado di efficacia non è preso in considerazione. Nell'ambito dell'attuale tendenza globale volta a sfruttare le energie rinnovabili e a riutilizzare i sottoprodotti, l'agricoltura può svolgere un ruolo significativo, soprattutto quando si tratta della valorizzazione energetica dei sottoprodotti agricoli, dei co-prodotti e dei rifiuti. La biomassa agricola è una fonte di energia diffusa, con uno dei più alti potenziali per coprire il fabbisogno di energia rinnovabile per il futuro, ma prima dell'utilizzo ai fini energetici bisognerebbe garantire il ripristino della materia organica

nel terreno e questo dovrebbe essere comunque adeguatamente assicurato (Blaschke et al., 2013; Statuto & Picuno, 2017). È anche importante considerare la migliore soluzione di riutilizzo del sottoprodotto in catene di alto valore aggiunto, nel settore agricolo, o comunque secondo la gerarchia di gestione dei rifiuti che indica come la migliore soluzione la riduzione dei rifiuti. I rifiuti, una volta prodotti devono comunque essere valutati per capire se è possibile riutilizzare il sottoprodotto in un altro settore, dopo di che esiste la possibilità di riciclare e recuperare prima di considerare l'ultima possibilità, ossia lo smaltimento (<http://ec.europa.eu>).

Le competenze specifiche che potrebbero essere raggiunte grazie a progressi tecnologici concreti nel riutilizzo nel settore agricolo dei residui organici sono:

a) Nozioni sui residui organici disponibili e sui loro potenziali usi. I fertilizzanti prodotti in agricoltura, i digestati provenienti da impianti di biogas e i residui dei raccolti sono di gran lunga le tre maggiori fonti di nutrienti per i suoli. Per contro, il compost, i fanghi di depurazione, i sottoprodotti di origine animale e i sottoprodotti vegetali sono meno rilevanti in termini di capacità di ricostituzione dei nutrienti. Va tenuto in considerazione che il livello di nutrienti recuperati dai fanghi di depurazione attualmente utilizzati in agricoltura copre solo il 3% circa del potenziale. Anche se tutti i fanghi di depurazione prodotti durante il trattamento delle acque reflue pubbliche (1,846 milioni di tonnellate di sostanza secca) dovessero essere usati come fertilizzanti, rappresenterebbero solo circa il 10% del fabbisogno di Fosforo. Alcuni studi riportano che i residui di raccolto possono coprire circa il 71% del fabbisogno di sostanza organica, mentre l'attuale livello di coltivazione di colture che migliorano i quantitativi rappresentano poco meno dell'8% del fabbisogno. Il letame e i digestati delle aziende produttrici di biogas potrebbero coprire il restante fabbisogno. Tuttavia, poiché essi contengono una grande quantità di sostanze necessarie per ricostituire la sostanza organica (insieme rappresentano il 65% del fabbisogno di humus per i seminativi), si dovrebbe tenere presente che parte del letame prodotto in azienda deve essere usato su pascoli. I fanghi di compostaggio svolgono un ruolo minore nella riproduzione dell'humus e attualmente rappresentano solo il 4% circa del fabbisogno di humus totale.

b) Conoscere la legislazione relativa all'uso di residui organici. La direttiva 2008/98/CE definisce i concetti e le definizioni di base relative alla gestione dei rifiuti, quali definizioni di rifiuti, riciclaggio e recupero. Essa definisce i criteri per stabilire quando i rifiuti cessano di essere considerati rifiuti e diventano materia prima secondaria (i cosiddetti criteri di fine rifiuti) ed anche come distinguere tra rifiuti e sottoprodotti. La direttiva stabilisce alcuni principi fondamentali di gestione dei rifiuti; questa richiede che i rifiuti siano gestiti senza mettere in pericolo la salute umana e danneggiare l'ambiente, in particolare senza rischi per l'acqua, l'aria, il suolo, le piante o gli animali, senza causare fastidi attraverso il rumore o gli odori e senza influenzare negativamente la campagna o i luoghi di particolare interesse.

c) Nozioni sugli aspetti ambientali ed economici dell'utilizzo di residui organici. Residui colturali, letame e compost possono essere utilizzati in agricoltura riducendo l'uso di fertilizzanti, compensando gli impatti ambientali dovuti al loro utilizzo (il consumo di energia per la loro produzione, o emissioni di gas e lisciviazione), all'uso di pesticidi e acqua di irrigazione (Commissione europea, 2010). Ciò può anche portare benefici economici per gli agricoltori. Tuttavia, possono verificarsi alcuni rischi biologici e chimici (dovuti all'esposizione diretta o alla contaminazione di cibo e acqua), a seconda della fonte dei residui organici o del trattamento. Trattare il materiale per ridurre o eliminare gli agenti patogeni, ad esempio, inciderà sui costi. Per ottimizzare i benefici economici, la validità di tutte le opzioni di utilizzo devono essere prese in considerazione nei processi decisionali. L'applicazione dei residui organici può essere fattibile solo se vengono concessi determinati incentivi economici. Questi incentivi possono evolvere come risultato di una più completa comprensione dei benefici del riutilizzo dei residui organici (King et al., 2011).

d) Nozioni sui requisiti di trasporto, conservazione e trattamento dei diversi residui organici. Prima del loro utilizzo, i residui organici potrebbero aver bisogno di essere trasportati nel sito di applicazione e in alcuni casi conservati o trasformati prima dell'applicazione. Secondo Höhn (Hohn, 2014), le distanze massime di trasporto per le materie prime dovrebbero variare dai 10 ai 40 km, in funzione soprattutto delle caratteristiche orografiche

del territorio. Partendo dalla quantificazione della biomassa disponibile, si potrebbero definire soluzioni diverse per la valorizzazione della biomassa e decidere quella più conveniente: una sola centrale o in alternativa più di una centrale elettrica. La dimensione di ciascun impianto possibile viene determinata in base all'ampiezza del bacino di approvvigionamento di biomassa e alla corrispondente capacità produttiva dell'impianto (produttività elettrica) (Delivand, 2015).

e) Nozioni sulle tecniche di gestione e trattamento dei residui organici che potrebbero essere eseguite nell'azienda agricola. I metodi di trattamento e smaltimento dei rifiuti sono selezionati e utilizzati in base alla forma, alla composizione e alla quantità di materiali di scarto.

3.5 Tecnologie di irrigazione a goccia e conservazione dell'acqua

Una migliore tecnologia di irrigazione e pratiche avanzate di gestione agricola offrono all'agricoltura l'opportunità di utilizzare l'acqua in modo più efficiente. Gli agricoltori possono installare nuove attrezzature, come sistemi di irrigazione a goccia, o adottare pratiche avanzate di gestione dell'acqua per risparmiarne senza sacrificare i raccolti. Spesso gli investimenti in miglioramenti tecnologici hanno tuttavia causato un aumento dei prezzi dell'acqua, senza ottenere tutti i potenziali benefici attraverso l'efficienza idrica. Gli agricoltori in genere non dispongono di mezzi e incentivi adeguati per poter pianificare un uso corretto dell'acqua per le colture, le applicazioni di irrigazione, la risposta alle diverse pratiche di gestione delle acque e quindi gli attuali livelli di efficienza idrica in azienda (Levidov et al., 2014). I sistemi di irrigazione sono sotto controllo e finalizzati a produrre di più con minori quantità di acqua. Varie pratiche innovative possono essere applicate per poter ottenere un vantaggio economico riducendo allo stesso tempo gli oneri ambientali quali l'estrazione di acqua, l'uso di energia, gli inquinanti, ecc. Le competenze

specifiche che potrebbero essere raggiunte grazie a progressi tecnologici concreti nel campo dell'irrigazione a goccia e nelle tecnologie di conservazione dell'acqua sono:

a) Gestire l'irrigazione secondo una programmazione. Gli agricoltori possono utilizzare meglio i sistemi tecnologici già installati, adottare tecnologie aggiuntive, migliorare le loro competenze nella gestione del suolo e dell'acqua, personalizzare i modelli di coltivazione per ridurre la domanda e l'utilizzo di acqua, ridurre gli input agrochimici, pianificare il tempo di irrigazione in un programma, ecc. e quindi potenzialmente migliorare la redditività economica e la sostenibilità ambientale dell'agricoltura irrigua senza necessariamente ridurre l'utilizzo di acqua. L'irrigazione a goccia è una tecnologia in grado di conservare l'acqua, migliorare la qualità delle colture e aumentare la produzione agricola rispetto ai sistemi di irrigazione tradizionali (Alcon et al., 2011). La tecnologia a goccia migliora l'efficienza dell'irrigazione riducendo l'evaporazione dalla superficie del suolo, riducendo la scia e la percolazione profonda ed eliminando la necessità di irrigare drasticamente alcune parti del campo per compensare l'applicazione non uniforme dell'acqua.

b) Definizione di diversi obiettivi di irrigazione. Gli agricoltori decidono di adottare una tecnologia di irrigazione a risparmio idrico che consideri anche il costo dell'acqua, le proprietà fisiche dei suoli, come la topografia o la struttura del suolo; questi fattori determinano la scelta della tecnologia di irrigazione. Le pratiche innovative di irrigazione possono migliorare l'efficienza idrica, ottenere un vantaggio economico e allo stesso tempo ridurre gli oneri ambientali. In alcuni casi le conoscenze necessarie possono essere fornite da alcuni servizi aggiuntivi, che aiutano gli agricoltori ad attuare soluzioni valide, ottenendo così maggiori benefici dalla tecnologia di irrigazione. L'applicazione di fertilizzanti e altri prodotti chimici può anche essere ottimizzata mediante l'uso dell'irrigazione a goccia, la crescita

delle infestanti può essere ridotta e i problemi di salinità possono essere mediati. L'irrigazione a goccia può richiedere meno energia rispetto ad altre tecniche di irrigazione ed è molto adattabile anche alle difficili condizioni del terreno.

c) Valutazione del sistema di irrigazione. Un sistema di irrigazione a goccia consiste essenzialmente in una linea principale, un'alimentazione secondaria, laterale, dei gocciolatori, dei filtri e altri piccoli accessori quali valvole, regolatori di pressione, manometri e componenti per l'applicazione di fertilizzanti.

d) Manutenzione dei sistemi di irrigazione. Per mantenere il sistema di irrigazione garantire la sua durata occorre una buona manutenzione. L'agricoltore deve sapere come gestire i sistemi di irrigazione a goccia; essi, più di altri sistemi di irrigazione, richiedono una buona manutenzione, comprese le operazioni annuali per la pulizia di filtri, tubi e gocciolatori.

e) Valutazione e monitoraggio dell'irrigazione. Progettata correttamente, installata e gestita, l'irrigazione a goccia può aiutare a risparmiare l'acqua riducendo l'evaporazione e il drenaggio profondo rispetto ad altri tipi di irrigazione, come ad esempio gli irrigatori a soffitto, poiché l'acqua deve essere applicata con maggiore precisione alle radici delle piante. Inoltre, il gocciolamento può eliminare molte malattie che si diffondono attraverso il contatto dell'acqua con le foglie. Infine, nelle regioni in cui l'approvvigionamento idrico è limitato, potrebbe non esserci un effettivo risparmio idrico, ma semplicemente un aumento della produzione pur utilizzando la stessa quantità di acqua. In regioni molto aride o su terreni sabbiosi, il metodo preferito è applicare l'acqua di irrigazione è il più lentamente possibile.

f) Nozioni sull'utilizzo di acqua di irrigazione di bassa qualità. L'agricoltore deve essere consapevole degli effetti dell'utilizzo di acqua di irrigazione di bassa qualità su terreni e colture. A causa del modo in cui l'acqua viene applicata in un sistema di gocciolamento, le tradizionali applicazioni superficiali del fertilizzante a rilascio

temporaneo sono a volte inefficaci, quindi i sistemi di gocciolamento spesso mescolano il fertilizzante liquido all'acqua di irrigazione.

Questo processo è chiamato fertirrigazione; data l'applicazione di pesticidi e altre sostanze chimiche occorre utilizzare il cloro o l'acido solforico per pulire periodicamente il sistema, utilizzando iniettori chimici come pompe a membrana, pompe a pistone o aspiratori. Le sostanze chimiche possono essere aggiunte costantemente ogni volta che il sistema sta irrigando o ad intervalli. Sono stati riportati risparmi di fertilizzanti fino al 95% da recenti test in campo che utilizzano fertirrigazione a goccia e erogazione di acqua rispetto all'irrigazione mediante micro teste di spruzzo.

3.6 Energia rinnovabile e applicazione come fonte di energia verde

L'agricoltura è l'unica fonte di cibo umano. La maggior parte delle macchine agricole sono alimentate da combustibili fossili, i quali contribuiscono all'aumento delle emissioni di gas serra e, a loro volta, accelerano i cambiamenti climatici. Questo contributo negativo può essere mitigato promuovendo l'utilizzo di risorse rinnovabili come ad esempio l'energia solare, eolica, da biomassa, geotermica, idroelettrica su piccola scala, da biocarburanti ed energia generata dalle onde. Queste risorse rinnovabili hanno un enorme potenziale e possono essere impiegate in ambito agricolo. Gli agricoltori dovrebbero essere incoraggiati da incentivi finalizzati all'utilizzo della tecnologia attualmente sviluppata in campo delle energie rinnovabili. Le competenze specifiche che potrebbero essere raggiunte grazie a progressi tecnologici pratici nel settore dell'energia rinnovabile e la sua applicazione come fonte di energia agricola verde sono:

a) Consapevolezza ambientale. Il concetto di agricoltura sostenibile si basa su un delicato equilibrio tra massimizzazione della produttività delle colture e mantenimento della stabilità economica, riducendo al minimo l'utilizzo di risorse naturali limitate e gli impatti ambientali dannosi. L'agricoltura sostenibile dipende anche dalla ricostituzione della fertilità dei suoli,

riducendo al minimo l'uso di risorse non rinnovabili, come il gas naturale, che viene utilizzato nella conversione dell'azoto atmosferico in fertilizzanti sintetici e minerali, ad esempio il combustibile fossile viene utilizzato nei generatori diesel per il pompaggio dell'acqua per l'irrigazione. Quindi, vi è la necessità di promuovere l'uso di sistemi di energia rinnovabile per l'agricoltura sostenibile, ad es. pompe alimentate ad energia solare fotovoltaica ed elettrica, tecnologie da applicare nella gestione delle serre, macchinari per la lavorazione post-raccolta e scaldacqua alimentati ad energia solare. Nei terreni agricoli, la pompa sommersa alimentata ad energia solare fotovoltaica si può ritenere economicamente valida e anche un'opzione ecologica rispetto a un gruppo elettrogeno diesel (Chel & Kaushik, 2011).

b) Nozioni su tutte le possibili fonti di energia rinnovabile. L'energia rinnovabile e l'agricoltura sono una combinazione vincente. L'energia eolica, solare e da biomassa può essere prodotta continuamente, fornendo agli agricoltori una fonte di reddito a lungo termine. L'energia rinnovabile può aiutare a ridurre l'inquinamento, il riscaldamento globale e la dipendenza dai combustibili fossili. Le diverse fonti di energia rinnovabile possono costituire anche una fonte reddito (<http://www.ucsus.org>) per agricoltori e allevatori.

- Energia eolica: le fattorie utilizzano da lungo tempo l'energia eolica per pompare acqua e generare elettricità. Recentemente, gli sviluppatori di impianti eolici hanno installato turbine eoliche di grandi dimensioni in fattorie e allevamenti dell'UE per produrre energia per aziende elettriche e i consumatori. Alcuni agricoltori hanno anche acquistato turbine eoliche; altri stanno iniziando a formare delle cooperative per lo sviluppo dell'energia eolica. Ma anche gli agricoltori situati nella zona potrebbero trarne vantaggio, poiché alcuni grandi parchi eolici si trovano nei terreni agricoli.
- Energia da biomasse: l'energia da biomassa viene prodotta da piante e rifiuti organici, da colture, alberi e residui di colture, letame. Le colture energetiche potrebbero essere enormemente diffuse. Mentre il mais attualmente è la coltura energetica più diffusa, le praterie autoctone, come il panico vergine, o gli alberi a crescita rapida, come il pioppo e il salice, diventeranno probabilmente più diffusi in futuro. Queste colture perenni richiedono meno gestione rispetto alle colture a ciclo annuale come il mais, risultano quindi meno costose e più



sostenibili da produrre. Le colture e i rifiuti di biomassa possono essere convertiti in energia in azienda o venduti a società energetiche che producono carburante per auto e trattori, e calore ed energia per abitazioni e aziende.

- Energia solare: la quantità di energia proveniente dal sole che raggiunge la Terra ogni giorno è enorme. Tutta l'energia immagazzinata nelle riserve terrestri di carbone, petrolio e gas naturale è pari all'energia di soli 20 giorni di sole. L'energia solare può essere utilizzata in agricoltura in vari modi, consentendo di risparmiare denaro, aumentare l'autosufficienza e ridurre l'inquinamento. L'energia solare può tagliare le bollette di elettricità e riscaldamento di un'azienda agricola. I collettori di calore solare possono essere utilizzati per riscaldare edifici agricoli per bestiame e serre. Gli impianti di riscaldamento solare possono fornire acqua calda per le operazioni casearie e le case. Il fotovoltaico può alimentare le attività agricole e le pompe idrauliche a distanza, le luci e le recinzioni elettriche. Edifici e fienili possono essere ristrutturati e dimensionati in modo tale da catturare la luce naturale, invece di utilizzare le luci elettriche. L'energia solare è spesso meno costosa dell'energia elettrica.
- c) Conoscere la legislazione e le normative nazionali che promuovono l'uso delle energie rinnovabili. La direttiva sulle energie rinnovabili stabilisce una politica generale per la produzione e la promozione dell'energia da fonti rinnovabili nell'UE. Prevede che l'UE soddisfi almeno il 20% del suo fabbisogno energetico totale con l'impiego di energie rinnovabili entro il 2020, attraverso il raggiungimento di singoli obiettivi nazionali. Tutti i paesi dell'UE devono inoltre garantire che almeno il 10% dei carburanti utilizzati per il trasporto provenga da fonti rinnovabili entro il 2020 (direttiva 2009/28 / CE).
- d) Nozioni sulle misure di sicurezza per l'utilizzo di diverse apparecchiature per le energie rinnovabili. Gli agricoltori devono conoscere le prestazioni delle diverse apparecchiature, al fine di migliorarne la durata delle stesse e diminuire i potenziali rischi per le persone coinvolte nel loro utilizzo.



3.7 Bioenergie e colture energetiche

La bioenergia è "l'energia derivante da materiale come legno, colture o rifiuti animali". Le colture energetiche sono definite come qualsiasi materiale vegetale utilizzato per produrre bioenergia. Queste colture hanno la capacità di produrre grandi quantità di biomassa, con un alto potenziale energetico e possono essere coltivate anche su terreni marginali. La bioenergia può contribuire a ridurre il consumo complessivo di combustibili fossili, può assumere la forma di materiale solido per la combustione (biomassa) o forma di prodotti liquidi (biocarburanti) che possono essere utilizzati per alimentare veicoli. Sia la biomassa che i biocarburanti possono essere ricavati da colture energetiche dedicate, co-prodotti agricoli o materiali di scarto. Il panico vergato (*Panicum virgatum* L.), erba elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.), Pioppo (*Populus* spp.), Salice (*Salix* spp.), Mesquite (*Prosopis* spp.), ecc. sono state diffuse come colture emergenti. Piantare colture bioenergetiche in terreni degradati è una delle più promettenti operazioni agricole del momento, con tassi di sequestro di carbonio C che vanno da 0,6 a 3,0 Mg C ha⁻¹ anno⁻¹. Le colture bioenergetiche hanno il potenziale per sequestrare approssimativamente 318 Tg C anno⁻¹ negli Stati Uniti e 1631 Tg C anno⁻¹ in tutto il mondo (Dipti & Priyanka, 2013). Esse possono contribuire alla riduzione delle emissioni di gas serra e quindi al rallentamento del cambiamento climatico e ai suoi impatti negativi.

Le competenze specifiche che potrebbero essere raggiunte grazie a progressi tecnologici concreti nelle bioenergie e nelle colture energetiche sono:

a) Consapevolezza ambientale. Come energia alternativa supplementare al carbone, le colture bioenergetiche potrebbero svolgere un ruolo importante e sicuro dal punto di vista ambientale, oltre che essere economicamente redditizie. La bioenergia però, attualmente, non può sostituire completamente i combustibili fossili a causa dell'enorme fabbisogno di aree di coltivazione; tuttavia, ma tuttavia può contribuire a ridurre il consumo complessivo di combustibili.

b) Nozioni sulla varietà di risorse bioenergetiche, tecnologie di conversione e mercati. L'energia da biomassa è il tipo di energia rinnovabile più abbondante e versatile al mondo. Le piantagioni di colture bioenergetiche su larga scala saranno inevitabilmente in concorrenza con le colture



alimentari per l'utilizzo di terreno, acqua, risorse nutritive e altri fattori; considerando che le conseguenze della biodiversità derivanti dall'aumento della produzione di biocarburanti causeranno molto probabilmente la perdita di habitat, l'aumento e il miglioramento della dispersione di specie viventi e l'inquinamento. Miglioramenti della composizione e della struttura biochimica delle colture bioenergetiche consentiranno la produzione di più energia per tonnellata di biomassa e miglioreranno il grado di potere calorifico ed il controllo di Gas ad effetto serra (Dipti & Priyanka, 2013).

c) Nozioni su manipolazione, trasporto e stoccaggio di biomassa, prodotti bioenergetici e sottoprodotti. La bioenergia può essere utilizzata per produrre combustibile per il settore dei trasporti o attraverso la combustione di biomassa per produrre calore e/o energia. I biocarburanti sembrano essere l'opzione per il trasporto a basse emissioni più praticabile a breve e medio termine. Con l'aumento dei costi energetici e l'incertezza delle riserve di combustibili fossili, è importante supervisionare forme di bioenergia più economiche, più sicure e rinnovabili.

d) Identificare quali soluzioni bioenergetiche sono più appropriate per la propria situazione, tecnicamente e finanziariamente. Lo sviluppo delle energie rinnovabili può non solo contribuire all'approvvigionamento energetico, ma anche consentire benefici economici e ambientali. Negli ultimi anni, molti paesi hanno sviluppato politiche e obiettivi nel settore della bioenergia e questo prevede anche la produzione di calore, di elettricità e di carburante. La coltivazione di colture energetiche su larga scala è destinata ad avere effetti significativi sull'ambiente e sulla fauna selvatica che vive in essa. Tali impatti possono variare da estremamente negativi a vantaggiosi.

e) Nozioni su come valutare le colture energetiche come un'opportunità di business aziendale. Si prevede che il mercato delle colture da biomassa crescerà in modo significativo, grazie all'aumento della legislazione e degli obiettivi governativi per aumentare l'utilizzo delle energie rinnovabili (www.gov.uk). Gli agricoltori che sono interessati a piantare le colture energetiche perenni (SRC o miscanthus) possono beneficiare di alcuni incentivi.

4. Analisi comparativa relativa ai vantaggi dell'utilizzo di nuovi metodi e strumenti specifici rispetto a quelli convenzionali.

Tradizionalmente, carta e penna sono stati utilizzati per raccogliere dati sul campo e per monitorare e valutare i progetti nelle aree rurali. Tuttavia, questo approccio è dispendioso in termini di tempo e suscettibile di errori umani che possono influire sulla produttività e sull'accuratezza. Le nuove tecnologie dell'informazione e della comunicazione vengono attualmente ampiamente utilizzate nel settore, con notevoli risultati positivi nello sviluppo di progetti in campo agricolo.

In una recente discussione globale organizzata dalla Banca Mondiale per sottolineare i benefici dei nuovi strumenti e metodi rispetto a quelli tradizionali, esperti di vari settori e organizzazioni di tutto il mondo hanno condiviso le loro esperienze e discusso i modi in cui stavano usando le ICT - telefoni cellulari, tablet, applicazioni, software, ecc. - per raccogliere dati sul campo e per eseguire il monitoraggio e la valutazione (M&E) nei progetti di sviluppo, lavorando anche a stretto contatto con le comunità rurali e valutando il loro *feedback*. La discussione è stata sintetizzata in un *policy brief* e illustra i vantaggi dell'utilizzo delle ICT per la raccolta dei dati. I seguenti importanti fattori non devono però essere trascurati:

- **La tecnologia stessa non è sufficiente, è richiesto anche un team ben addestrato:** studi di settore dimostrano che investire esclusivamente in tecnologia non garantirà l'implementazione di successo delle applicazioni ICT. E' necessario investire anche in un team di esperti in grado di svolgere efficacemente le attività di M&E, nonché investire nello sviluppo delle capacità degli utenti finali che possono garantire la sostenibilità del progetto.
- **ICT o piattaforme complesse non sono necessariamente essenziali:** le tecnologie già utilizzate dagli agricoltori dovrebbero essere prese in considerazione. Ad esempio, il progetto *Feed the Future di USAid* utilizza una combinazione di strumenti tradizionali per raccogliere dati di base sul campo, i dati vengono poi registrati in fogli Excel e successivamente condivisi gratuitamente con i potenziali acquirenti in tempo reale tramite DropBox.

- **Fattori contestuali:** devono essere presi in considerazione fattori locali, come ad esempio la mancanza di risorse adeguate (elettricità, problemi di genere, copertura di rete limitata e larghezza di banda ridotta, lingue locali). Gli approcci di implementazione devono identificare le esigenze specifiche degli utenti previsti lavorando in collaborazione con loro. Non esiste un'unica soluzione adatta a tutti i progetti: contesto, politiche, esigenze di marketing e incentivi sono tutti fattori essenziali per garantire la partecipazione dei membri della comunità.
- **L'integrità e la sicurezza dei dati** devono essere garantite per tutto il progetto e quando si utilizzano le applicazioni ICT. Gli esperti hanno convenuto che sfruttando i dati sulla posizione e altri metadati con singoli record è possibile mantenere l'integrità.

Più in dettaglio, l'**Agricoltura di Precisione** può migliorare la resa agricola e ridurre i potenziali rischi ambientali. I principali vantaggi sono (<http://www.iris-eng.com>):

- Monitorare i parametri fisico-chimici del suolo: posizionando i sensori (conduttività elettrica, nitrati, temperatura, evapotraspirazione, radiazione, umidità delle foglie e del suolo, ecc.) si possono prevedere le condizioni ottimali per la crescita delle piante.
- Ottenere dati in tempo reale: l'applicazione di dispositivi di rilevamento nei campi consentirà un monitoraggio continuo dei parametri scelti e offrirà dati in tempo reale garantendo uno stato aggiornato del campo e dei parametri dell'impianto in qualsiasi momento.
- Automatizzazione della gestione del campo: incorporando un sistema di supporto alle decisioni (DSS) nell'agricoltura di precisione, e considerando le condizioni ottimali per il terreno e le specie vegetali verranno ottimizzate automaticamente in base ai dati ottenuti dai sensori. Il DSS suggerirà il momento migliore per l'irrigazione (o se c'è bisogno o meno), la necessità di irrigare per ridurre il contenuto di sale a causa di un eccesso nella zona radicolare, la necessità di concimare, ecc.
- Risparmiare tempo e costi: con l'introduzione di PA nelle operazioni quotidiane di gestione delle aziende agricole è possibile notare un risparmio di tempo grazie ai metodi di misurazione on-line. I dati dei sensori vengono trasmessi automaticamente a un server

centrale e possono essere consultati utilizzando uno smartphone o un laptop. E' anche possibile, tramite avvisi via e-mail o SMS, ricevere informazioni relative al campo, ossia quando è necessario irrigare, fertilizzare o risolvere qualsiasi problema. Inoltre, i costi in termini di acqua, pesticidi e altri prodotti possono essere ottimizzati e quindi facilmente ridotti.

- Migliorare l'immagine: utilizzando la tecnologia PA, aumenteranno non solo la resa e i profitti, ma anche la visibilità dell'azienda sia per il pubblico in generale che per la Pubblica Amministrazione (attraverso la Smart Agriculture e l'assistenza ambientale).

Si può affermare quindi che l'agricoltura di precisione comporta molti vantaggi per gli agricoltori ed i proprietari terrieri che decidono di utilizzare la tecnologia per gestire i loro campi.

Le applicazioni del **telerilevamento per valutare la capacità dei suoli** in agricoltura sono progettate per fornire all'agricoltore informazioni tempestive sul progresso delle colture. Qui di seguito solo alcuni dei benefici che si possono trarre dall'uso del telerilevamento:

- Identificazione anticipata della salute e dello stress delle colture
- Possibilità di utilizzare queste informazioni per eseguire interventi di riparazione al problema
- Migliorare la resa delle colture
- Previsioni sul rendimento delle colture
- Ridurre i costi
- Ridurre l'impatto ambientale
- Gestione delle colture per massimizzare i profitti nel corso della stagione
- Gestione delle colture per massimizzare i rendimenti nel periodo di raccolta.

I dati di telerilevamento, utilizzati in modo appropriato e nei momenti giusti della stagione, hanno la capacità di fornire benefici alla salute delle colture e quindi migliorare la produzione (<http://www.regional.org.au>).

La **gestione integrata dei pesticidi nella protezione delle piante** si concentra sull'applicazione a lungo termine di metodi biologici ed ecologici come predatori naturali, ceppi vegetali resistenti,

tecnica maschile sterile e così via. L'IPM mira a ridurre lentamente l'uso di pesticidi tramite metodi di controllo biologico. I principali vantaggi di IPM sono (<http://greentumble.com>):

- Sviluppo più lento della resistenza ai pesticidi: i parassiti possono sviluppare una resistenza ai pesticidi nel tempo. Quando le applicazioni dei prodotti chimici sono usate ripetutamente, i parassiti possono sviluppare una resistenza ai pesticidi attraverso la selezione naturale, sopravvivendo all'applicazione delle sostanze chimiche e trasmetteranno i loro geni alla loro prole.
- Mantenere un ecosistema equilibrato: l'uso di pesticidi può sradicare la popolazione dei parassiti. Tuttavia, vi è il rischio che anche gli organismi non nocivi siano colpiti, il che può causare una perdita di specie. L'IPM può ridurre i parassiti mantenendo l'equilibrio dell'ecosistema.
- Maggiore rapporto costo/valore: l'uso ridotto di pesticidi è più economico a lungo termine poiché l'IPM controlla gli organismi nocivi in caso di insorgenza di picchi, anziché effettuare l'applicazione regolare dei pesticidi.

Il **riutilizzo agricolo dei residui organici** può fornire benefici agronomici e ambientali che non erano stati precedentemente ben compresi e/o che sono fondamentali per affrontare i problemi ambientali emergenti associati ai cambiamenti climatici. E' possibile ottenere benefici ambientali dall'applicazione di letame, ma la tempistica e le operazioni di distribuzione devono essere effettuate secondo le migliori pratiche di gestione. Se paragonato a un fertilizzante più convenzionale, il letame applicato correttamente alla terra ha il potenziale per fornire benefici ambientali, tra cui:

- Aumento del carbonio nel suolo e riduzione dei livelli di carbonio nell'atmosfera
- Riduzione dell'erosione del suolo e deflussi ridotti
- Riduzione della lisciviazione dei nitrati
- Richieste di energia ridotte per fertilizzanti azotati ad alta intensità di gas naturale (N)

Diversi studi a lungo termine sulle applicazioni di letame hanno dimostrato la sua capacità di rallentare o invertire il declino dei livelli organici del suolo nei terreni coltivati. La capacità del letame di mantenere o costruire livelli di materia organica del suolo ha un impatto diretto sul

miglioramento della quantità di sequestro di carbonio nei terreni. La concimazione di sostanza organica contribuisce a migliorare la struttura del suolo, determinando una migliore infiltrazione dell'acqua e una maggiore capacità di ritenzione idrica, con conseguente diminuzione dello stress idrico delle colture, erosione del suolo e aumento della ritenzione di nutrienti (<http://articles.extension.org>).

L'irrigazione a goccia è un tipo di microirrigazione che permette di risparmiare acqua e sostanze nutritive consentendo all'acqua di gocciolare lentamente verso le radici delle piante, sia dall'alto della superficie del terreno sia nel sottosuolo. L'obiettivo è quello di far arrivare l'acqua direttamente nella zona della radice e ridurre al minimo l'evaporazione.

I **vantaggi dell'irrigazione a goccia** e delle tecnologie di conservazione dell'acqua sono (<http://www.agriinfo.in>):

- Massimo utilizzo di acqua disponibile
- Acqua non disponibile per le infestanti
- Rendimento massimo delle colture
- Alta efficienza nell'uso di fertilizzanti
- Meno crescita dell'erba e restrizione della popolazione di potenziali ospiti
- Basso costo di manodopera e costi operativi relativamente bassi
- Nessuna erosione del suolo
- Migliore infiltrazione nel terreno
- Pronta regolazione grazie al controllo automatico
- Nessun deflusso di fertilizzanti nelle acque sotterranee
- Minore perdita di evaporazione dell'acqua rispetto all'irrigazione di superficie
- Migliore la germinazione dei semi
- Diminuzione delle operazioni di aratura

L'energia rinnovabile è diventata una questione diffusa in tutto il mondo per un'ampia varietà di motivi, compresi i vantaggi economici, ambientali e sociali. I principali vantaggi derivanti dalle



energie rinnovabili e dalla loro applicazione come fonte di energia agricola possono essere così sintetizzati: (<http://harvestenergysolutions.com>):

- Acqua pulita: le turbine e i pannelli solari non producono emissioni di particolato che contribuiscono alla contaminazione da mercurio nei nostri laghi e corsi d'acqua. L'energia rinnovabile conserva anche le risorse idriche. Ad esempio, produrre la stessa quantità di elettricità può richiedere circa 600 volte più acqua con energia nucleare e circa 500 volte più acqua con carbone.
- Aria pulita: altre fonti di elettricità producono emissioni nocive di particolato che contribuiscono al cambiamento climatico globale e alle piogge acide. L'eolico e l'energia solare sono privi di inquinamento.
- Estrazione e trasporto: l'energia ricavata dal vento e dal sole preserva le nostre risorse perché non necessitano di risorse fossili o di carburante per il trasporto verso un impianto di lavorazione.
- Conservazione del terreno: i parchi eolici sono distribuiti su una vasta area geografica, ma la loro "impronta" reale copre solo una piccola parte del terreno, con un impatto minimo sulla produzione agricola o sul pascolo del bestiame. Grandi edifici non possono essere costruiti vicino alla turbina, quindi i parchi eolici preservano lo spazio aperto.

Le colture energetiche non solo producono energia rinnovabile ma forniscono anche altri benefici ambientali ed economici (www.cleanenergycouncil.org.au) poiché possono essere intese sia come nuove fonti di cibo ma dalla loro raccolta è possibile ricavare energia, nel quadro di un'economia circolare. Oltre a creare energia rinnovabile, le **bioenergie e le colture energetiche** forniscono anche:

- Benefici rurali e regionali
- Potenza del carico di base distribuito
- Generazione di energia rinnovabile comprovata a costi competitivi.

Le colture energetiche offrono quindi grandi opportunità economiche e sociali per le comunità rurali e regionali. Agricoltori, camionisti, appaltatori, fornitori, ristoranti e negozi locali sono tutti



interessati dagli interessi economici. In quest'ottica il settore delle energie rinnovabili può essere inteso anche come una fonte di occupazione a tempo permanente, unica rispetto alla forza lavoro stagionale diffusa in molte aree rurali e regionali.

Le colture energetiche incoraggiano anche lo sviluppo di nuove e innovative tecniche di coltivazione e possono fornire ritorni economici su terreni e residui colturali che altrimenti non avrebbero valore di mercato e lo smaltimento degli stessi rappresenterebbe un problema ambientale. Poiché attualmente si cercano di affrontare gli impatti dei cambiamenti climatici, le colture energetiche forniscono alle aree rurali e regionali una forza lavoro autosufficiente, meno vulnerabile agli effetti della siccità e delle inondazioni.

Conclusioni

I progressi nel settore delle tecnologie agricole, e in particolare le nuove tecnologie trattate fin ora, saranno gli argomenti da trasferire ai lavoratori agricoli nel quadro del progetto SAGRI. Particolare attenzione sarà dedicata alle tecnologie ambientali che sono di interesse diretto per gli utenti finali e i partecipanti, ma anche per gli agricoltori europei in generale. Lo studio è incentrato su nuove pratiche e metodi per applicare i progressi nelle tematiche ambientali e per facilitare le attività quotidiane degli agricoltori. Le informazioni saranno trasferite al fine di facilitare la comprensione dei punti più critici nelle dinamiche di gestione delle operazioni agricole. L'acquisizione di queste competenze è un passo importante per ottenere un'agricoltura tecnologicamente più avanzata, sociale, economica e rispettosa dell'ambiente. Al momento, appare indispensabile il ruolo dell'agricoltore, egli deve conoscere non solo la tecniche di coltivazione tradizionali per produrre colture diverse, ma deve tener conto delle nuove tecnologie finalizzate ad un'agricoltura sostenibile.

Riferimenti

- Alcon F., de Miguel M.D., Burton M., 2011. Duration analysis of adoption of drip irrigation technology in southeastern Spain. *Technological Forecasting & Social Change* 78, 991–1001.
- Blaschke T., Biberacher M., Gadocha S., Schardinger I., 2013. “Energy landscapes”: Meeting energy demands and human aspirations, *Biomass and Bioenergy* 55, 3–16. doi:10.1016/j.biombioe.2012.11.022.
- Cedefop, 2016. Analytical Highligts. Skilled agricultural, forestry and fishery workers: skills opportunities and challenges.
http://skillspanorama.cedefop.europa.eu/en/analytical_highligths/skilled-agricultural-forestry-and-fishery-workers-skills-opportunities-and) accessed in January, 2017.
- Chel A., Kaushik G., 2011. Renewable energy for sustainable agriculture. *Agron. Sustain. Dev.* 31:91-118.
- Cicore P.; Serrano J., Sousa A., Shahidian S., Marques da Silva J.R. 2016. Assessment of the spatial variability in Tall wheatgrass forage using LANDSAT 8 satellite imagery to delineate potential management zones. *Environmental Monitoring and Assessment*, 188(9), 1-11.
- Delivand M.K., Cammerino A.R.B., Garofalo P., Monteleone M., 2015 Optimal locations of bioenergy facilities, biomass spatial availability, logistics costs and GHG (greenhouse gas) emissions: a case study on electricity productions in South Italy *Journal of cleaner production* 99: 129-139.
- Dipti, Priyanka, 2013. Bioenergy Crops an Alternative Energy. *International Journal of Environmental Engineering and Management*. ISSN 2231-1319, Volume 4, Number 3 (2013), pp. 265-272.
- Directive 2009/28/EC of the European Parliament and of the Council of 23 April 2009 on the promotion of the use of energy from renewable sources and amending and subsequently repealing Directives 2001/77/EC and 2003/30/EC.



- European Initiative for Sustainable Development in Agriculture, 2012. European Integrated Farming Framework. A European Definition and Characterisation of Integrated Farming (IF) as Guideline for Sustainable Development of Agriculture.
- European Parliament and Council, 2009. Directive 2009/128/EC. Establishing a framework for Community action to achieve the sustainable use of pesticides. Official Journal of the European Union. L 309/71-86.
- European Parliamentary Research Service, 2016. Precision agriculture and the future of farming in Europe - Scientific Foresight Study.
- European Parliamentary Research Service, 2017. What if intensification of farming could enhance biodiversity? Scientific Foresight Unit (STOA).
- Gebbers R., 2014. Current Crop and Soil Sensors for Precision Agriculture. ConBap - Congresso Brasileiro de Agricultura de Precisão.
- Hohn J., Lehtonen E., Rasi S., Rintala J., 2014. A Geographical Information System (GIS) based methodology for determination of potential biomasses and sites for biogas plants in southern Finland. Appl. Energy 113, 1–10. doi:10.1016/j.apenergy.2013.07.005.
- Levidow L., Zaccaria D., Maiac R., Vivas E., Todorovic M., Scardigno A., 2014. Improving water-efficient irrigation: Prospects and difficulties of innovative practices. Agricultural Water Management 146, 84–94.
- Marques C., Baptista F.J., Silva L.L., Murcho D. and Rosado M. 2015. Less or more intensive crop arable systems of Alentejo region of Portugal: What is the option to sustainable production? Revista de Economia e Sociologia Rural, 53(1): 81-90.
- Marques da Silva J.R., Damásio, C., Sousa, A.M.O., Bugalho L., Pessanha L. and Quaresma, P. 2015. Agriculture pest and disease risk maps considering MSG satellite data and Land Surface Temperature. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, 38:40-50.
- Panigrahy, S., Manjunath, K.R., Ray, S.S., 2006. Deriving cropping system performance indices using remote sensing data and GIS. Int. J. Remote Sens. 26, 2595–2606.



- Patel L.C., 2015. Advancement in Integrated Pest Management (IPM). Research & Reviews: Journal of Agriculture and Allied Sciences.
- Rao, D.P., Gautam, N.C., Nagaraja, R., Ram Mohan, P., 1996. IRSIC application in land use mapping and planning. Curr. Sci. 70, 575–578.
- Regulation (EU) No 1305/2013 of the European Parliament and of the Council of 17 December 2013 on support for rural development by the European Agricultural Fund for Rural Development (EAFRD).
- Scientific Advisory Board on Fertilizer Issues at the Federal Ministry of Food and Agriculture, 2015. Application of Organic Fertilizers and Organic Residual Materials in Agriculture.
- Seelan S.K., Laguette S., Casady G.M., Seielstad G.A., 2003. Remote sensing applications for precision agriculture: A learning community approach. Remote Sensing of Environment 88, 157-169.
- Serrano J., Shahidian S., Marques da Silva J., Carvalho M. 2015. Monitoring of soil organic carbon over ten years in a Mediterranean silvo-pastoral system: potential evaluation for differential management. *Precision Agriculture*. DOI: 10.1007/s11119-015-9419-4.
- Serrano J., Shahidian S., Marques da Silva J.R. 2016. Monitoring pasture variability: optical OptRx® crop sensor versus Grassmaster II capacitance probe. *Environmental Monitoring and Assessment*, 188(2): 1-17. DOI: 10.1007/s10661-016-5126-5.
- Serrano J., Shahidian S., Marques da Silva J.R. 2016. Spatial variability and temporal stability of apparent soil electrical conductivity in a Mediterranean pasture. *Precision Agriculture*. DOI: 10.1007/s11119-016-9460-y.
- Serrano J., Shahidian S., Marques da Silva J.R., Carvalho M. 2016. Monitoring of soil organic carbon over ten years in a Mediterranean silvo-pastoral system: potential evaluation for differential management. *Precision Agriculture*, 17(3), 274-295. DOI: 10.1007/s11119-015-9419-4.
- Shahidian S., Valverde P., Coelho R., Santos A., Vaz M., Rato A., Serrano J., Rodrigues S. 2016. Leaf water potential and sap flow as indicators of water stress in Crimson



'seedless' grapevines under different irrigation strategies. Theoretical and Experimental Plant Physiology 28: 221-239. doi:10.1007/s40626-016-0064-8.

- Sousa A. M. O., Gonçalves A. C., Mesquita P. and Marques da Silva J. R. 2015. Biomass estimation with high resolution satellite images: A case study of Quercus rotundifolia. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, 101: 69–79.
- Statistical Yearbook, 2014. Statistisches Jahrbuch über Ernährung, Landwirtschaft und Forsten der Bundesrepublik Deutschland: Landwirtschaftsverlag GmbH, Münster-Hiltrup
- Statuto D., Picuno P., 2017. Planning the energy valorization of agricultural co-products, by-products and waste in a landscape context. In: 11th International AIIA Conference: July 5-8, 2017 Bari – Italy “Biosystems Engineering addressing the human challenges of the 21st century”.
- Sun R., Zhang X., 2004. Top-down versus bottom-up learning in cognitive skill acquisition. Cognitive Systems Research 5:63–89.
- Toureiro C., Serralheiro R., Shahidian S., Sousa A. 2017. Irrigation management with remote sensing: Evaluating irrigation requirement for maize under Mediterranean climate condition. Agricultural Water Management. 184:211-220, (online a 28 Feb.2016).

-

- <http://farmnxt.com/>

- <http://www.legislation.act.gov.au/ni/2002-242/20020404-2968/pdf/2002-242.pdf>

- <http://www.seos-project.eu/modules/agriculture/agriculture-c04-p03.html>

- <http://ec.europa.eu/environment/waste/framework/>

- http://www.ucsusa.org/clean_energy/smart-energy-solutions/increase-renewables/renewable-energy-and.html

- <https://www.gov.uk/guidance/industrial-energy-and-non-food-crops-business-opportunities-for-farmers>

- <http://www.iris-eng.com/5-benefits-of-precision-agriculture-to-increase-your-field-productivity/>



- <http://www.regional.org.au/au/gia/08/259woodrow.htm>
- <http://greentumble.com/advantages-and-disadvantages-of-integrated-pest-management/>
- <http://articles.extension.org/pages/14879/environmental-benefits-of-manure-application>
- <http://www.agriinfo.in/default.aspx?page=topic&superid=8&topicid=2243>
- <http://harvestenergysolutions.com/benefits-renewable-energy/>
- <https://www.cleanenergycouncil.org.au>

