

I MINI REPORT DI [QUALENERGIA.IT](http://QUALENERGIA.IT)

# UNA INTRODUZIONE ALL'AGRIVOLTAICO

FAR DIALOGARE DUE SISTEMI DISTANTI  
COME AGRICOLTURA E FOTOVOLTAICO  
CON BENEFICI RECIPROCI

In collaborazione con  
**FIERA**GRICOLA

Veronafiere, 2-5 marzo 2022

N. 3 - FEBBRAIO 2022



a cura di:

**QUAL***E***NERGIA**.it



# UNA INTRODUZIONE ALL'AGRIVOLTAICO

FAR DIALOGARE DUE SISTEMI DISTANTI  
COME AGRICOLTURA E FOTOVOLTAICO  
CON BENEFICI RECIPROCI

In collaborazione con  
**FIERAGRICOLA**

Veronafiere, 2-5 marzo 2022

Questo Mini Report  
di QualEnergia.it è stato curato da

**Leonardo Berlen**

Amministratore Unico di Qualenergia srl.  
Responsabile del coordinamento editoriale  
di QualEnergia.it

Si ringraziano i collaboratori di  
QualEnergia.it autori degli articoli utilizzati  
nella redazione del Mini Report.

Progetto grafico e impaginazione:  
Elisa Rossi

**QUALENERGIA.it**

© 2022 QualEnergia.it.  
Tutti i diritti riservati. È vietato riprodurre il  
contenuto di questa pubblicazione.

Introduzione	3
FIERAGRICOLA PUNTA SU INNOVAZIONE, DIGITALE E AGROENERGIE	4
I WORKSHOP DI FIERAGRICOLA 2022	5
<b>1. DEFINIAMO L'AGRIVOLTAICO</b>	6
<b>2. I BENEFICI DELL'AGRIVOLTAICO</b>	7
<b>3. LE BARRIERE E COME SUPERARLE</b>	8
<b>4. LE COLTURE PIÙ ADATTE ALL'AGRIVOLTAICO</b>	10
<b>5. RICERCHE E SPERIMENTAZIONI</b>	12
<b>6. TECNOLOGIE, CONFIGURAZIONI, DIMENSIONAMENTO E COSTI</b>	14
Conclusioni	16



L'agrivoltaico o agrovoltaico è quel modello di utilizzo di aree agricole per la produzione di cibo ed elettricità solare allo stesso tempo. Un concetto innovativo che si sta diffondendo nel mondo, sebbene ancora in forma sperimentale.

Se fossi un agricoltore cercherei di capire qualcosa in più sull'agrivoltaico, senza pregiudizi; valuterei le diverse esperienze realizzate, e cercherei di vedere se è possibile sfruttare al meglio il suo contributo in termini di resa agricola e di reddito.

Se fossi un operatore energetico mi guarderei dall'aver un approccio speculativo che potrebbe mettere a rischio la continuità dell'attività agricola, pensando di investire in distese di pannelli occupando suolo e danneggiando colture pregiate, con il rischio di bruciare rapidamente un business che ha potenzialità notevoli e potrà avere uno sviluppo interessante nel medio-lungo periodo anche nel nostro Paese.

Si devono parlare due sistemi, spesso distanti tra loro, che devono essere pensati e progettati insieme. Un buon agrivoltaico, allora, dovrebbe poter garantire sia buoni rendimenti solari che buoni rendimenti agricoli, così che la somma sia migliore delle due cose separate.

È un classico tema per sua natura multidisciplinare o transdisciplinare, come viene specificato dalla task force di Enea "Agrivoltaico Sostenibile".

Non possiamo considerarlo equivalente ad un impianto collocato semplicemente a terra, anche se viene previsto un ampio spazio tra le file di moduli. Non basta. Agrivoltaico o agrofotovoltaico è far dialogare due settori che finora non si sono ancora confrontati su progetti chiari di abbinamento tra energia solare e coltivazioni.

In questo Mini Report, sintesi di decine di articoli pubblicati su QualEnergia.it, realizzato in occasione di Fieragricola 2022 a Veronafiere, attenta al ruolo dell'innovazione energetica in ambito agricolo, proveremo a fornire una definizione di agrivoltaico, i vantaggi per l'azienda agricola e per l'operatore energetico, indicando alcune colture tra le più adatte a convivere con questi sistemi, le possibili configurazioni dei pannelli, i costi, eccetera.

Ogni progetto di agrivoltaico è qualcosa a sé. Per questo c'è bisogno di un lavoro sartoriale, certamente non standardizzato, quindi complesso, ma anche per questo stimolante. Servono comunque ancora tanti esempi concreti da studiare e da far conoscere e, quando possibile, da replicare.



LE TAG PER L'ARCHIVIO  
DEGLI ARTICOLI SU  
QVALENERGIA.IT

Agrovoltaico  
Agrivoltaico

# FIERAGRICOLA PUNTA SU INNOVAZIONE, DIGITALE E AGROENERGIE



## FIERAGRICOLA

Veronafiere, 2-5 Marzo 2022

[www.fieragricola.it](http://www.fieragricola.it)

### LA SFIDA DELLA SOSTENIBILITÀ PASSA DA MULTIFUNZIONE E AGRICOLTURA SMART

La 115ª edizione di Fieragricola è la rassegna internazionale dedicata all'agricoltura in programma a Veronafiere dal 2 al 5 marzo 2022.

Con 500 espositori provenienti da 11 Paesi su 10 padiglioni occupati, raccoglie la sfida della sostenibilità e rilancia con due aree specifiche ad alto tasso di innovazione: il salone dell'agricoltura digitale e il salone delle agroenergie, ampliando così un'offerta espositiva che rende la rassegna ancora più trasversale e in linea con gli obiettivi di transizione ecologica, riduzione degli sprechi e delle emissioni ambientali, food security e food safety.

Le aree tematiche di Fieragricola 2022 andranno dunque oltre lo schema consolidato, che vede insieme nel quartiere fieristico veronese meccanizzazione agricola, zootecnia, produzioni ad alto valore aggiunto come vigneto e frutteto, agrofarmaci, fertilizzanti, sementi e servizi per il settore primario, per spaziare verso le nuove frontiere dell'agricoltura, che richiedono innanzitutto un nuovo paradigma di natura culturale, come hanno chiarito le politiche mondiali sul clima, il Green Deal europeo, la riforma della Politica agricola comune (Pac) 2021-2027, che entrerà in vigore a partire dal 1° gennaio 2023.

La 115ª edizione di Fieragricola accende i riflettori anche sulle energie da fonti rinnovabili agricole, che rappresentano una strategia vincente per migliorare le performance aziendali, valorizzando soluzioni di economia circolare in grado di contenere le emissioni inquinanti in atmosfera e ridurre l'utilizzo di carburanti di origine fossile, assicurando allo stesso tempo una migliore competitività aziendale.

In particolare, Fieragricola si concentrerà sui temi come:

- il fotovoltaico su tetti di edifici e stalle per l'autoconsumo elettrico nelle aziende agricole;
- fare squadra e guadagnare con il solare: il nuovo modello delle "comunità energetiche" fra gli operatori agricoli;
- la frontiera tecnologica dell'agrivoltaico: quando il solare si integra e aiuta le colture;
- biogas, biometano, minieolico: gli altri contributi dell'agricoltura italiana a Recovery Plan e Green Deal.

Accanto alla parte espositiva, Fieragricola propone un ricco programma di convegni sulle principali tematiche del settore e, in particolare, sulle energie rinnovabili in agricoltura.





2

MARZO - MERCOLEDÌ

10:30-12:30

Area Forum Energy, Padiglione 12

**AGRIVOLTAICO, COME FAR  
COESISTERE FONTI RINNOVABILI E  
PRODUZIONE AGRICOLA**

a cura di QualEnergia.it

12:00-13:00

Area Forum Zootecnia, Padiglione 11

**IL RILANCIO AGROENERGETICO  
DELL'ALLEVAMENTO SUINICOLO**

a cura di Edagricole

14:15-15:45

Area Forum Energy, Padiglione 12

**TECNOLOGIE, INCENTIVI E OPPORTUNITÀ  
PER EFFICIENTAMENTO ENERGETICO E  
RINNOVABILI NELLE IMPRESE AGRICOLE**

a cura di QualEnergia.it

16:00-17:00

Area Forum Digital Farming,  
Padiglione 12
**NUOVI INCENTIVI E OPPORTUNITÀ  
PER LE AZIENDE AGRICOLE NEL PIANO  
NAZIONALE DI RIPRESA E RESILIENZA**

a cura di CIA-Agricoltori Italiani

3

MARZO - GIOVEDÌ

10:00-11:30

Area Forum Energy, Padiglione 12

**ESPERIENZE E PROGETTI DI  
AGRIVOLTAICO IN ITALIA**

a cura di EtaFlorence

11:30-13:00

Area Forum Energy, Padiglione 12

**COMUNITÀ ENERGETICHE  
PER LE AZIENDE AGRICOLE**

a cura di QualEnergia.it

14:00-15:00

Area Forum Energy, Padiglione 12

**APPROFONDIMENTO DM  
BIOMETANO E SOSTENIBILITÀ**
a cura di CIB -  
Consorzio Italiano Biogas

15:30-16:30

Area Forum Energy, Padiglione 12

**SOLAQUA: IRRIGAZIONE SOLARE  
ACCESSIBILE, AFFIDABILE, CONVENIENTE  
PER L'EUROPA E OLTRE**

a cura di SolAqua

4

MARZO - VENERDÌ

9:30-11:00

Area Forum Energy, Padiglione 12

**AGRICOLTURA SOLARE: QUALI SFIDE  
PER I GIOVANI IMPRENDITORI AGRICOLI**

a cura di ANGA

11:30-12:30

Area Forum Energy, Padiglione 12

**FARMING FOR FUTURE,  
PRESENTAZIONE AZIONE 6:  
QUALITÀ E BENESSERE ANIMALE**

a cura di CIB - Consorzio Italiano Biogas

12:00-13:00

Area esterna Dynamic Show

**ELETRIFICAZIONE E AUTOMAZIONE**

a cura di Edizioni L'Informatore Agrario

14:00-15:00

Area Forum Energy, Padiglione 12

**PNRR - MISURE AGROECOLOGICHE E  
AZIENDA AGRICOLA 4.0**

a cura di CIB - Consorzio Italiano Biogas

15:30-18:00

Area Forum Energy, Padiglione 12

**LA RIVOLUZIONE ELETTRICA IN AGRICOLTURA**

a cura di Vaielettrico

5

MARZO - SABATO

12:00-13:00

Area esterna Dynamic Show

**ELETRIFICAZIONE E AUTOMAZIONE**

a cura di Edizioni L'Informatore Agrario



1.

DEFINIAMO  
L'AGRIVOLTAICO

*Poiché si parla di agrivoltaico o agrovoltaico da poco tempo e in Italia ancora poco è stato realizzato in concreto, in attesa di una normativa governativa, proviamo darne una prima definizione.*

Una prima definizione è: “L’agrivoltaico è un sistema integrato in cui ci sono due sistemi, fotovoltaico e agricoltura, in cui c’è un doppio uso del suolo e richiede sempre una sinergia tra il sistema FV e l’agricoltura”

*(Alessandra Scognamiglio, Enea).*

Un’altra definizione che ci sembra corretta può essere questa: “Agrivoltaico è quando un impianto fotovoltaico, nel rispetto dell’uso agricolo e/o zootecnico del suolo, anche quando collocato a terra, non inibisce tale uso, ma lo integra e supporta garantendo la continuità delle attività preesistenti, ovvero la ripresa agricola e/o zootecnica e/o biodiversità sulla stessa porzione di suolo su cui insiste l’area di impianto, contribuendo così ad ottimizzare l’uso del suolo stesso con ricadute positive sul territorio in termini occupazionali, sociali e ambientali”

*(Italia Solare).*

Supportato da iter autorizzativi chiari, al momento ancora carenti, l’agrivoltaico deve quindi poter diventare una soluzione efficiente al problema dell’utilizzo di suolo e, al tempo stesso, sostenere l’agricoltura grazie ad una diversificazione delle fonti di reddito, creando valore per le aree rurali e per i prodotti.

Parlando di sinergia possiamo evidenziare che un progetto agrivoltaico richiede necessariamente un lavoro di squadra: l’impresa agricola, l’operatore fotovoltaico, l’agronomo, eccetera. Tutte figure che devono lavorare insieme nella direzione del mantenimento o dell’accrescimento della produzione alimentare e della produzione di energia pulita.

Quindi un’altra definizione può essere che non si tratta meramente di un impianto FV costruito su un terreno agricolo, ma di un progetto integrato e innovativo realizzato e gestito attraverso un accordo paritetico tra l’operatore agricolo e l’operatore elettrico, e per entrambe queste figure deve esserci un progetto di corresponsabilizzazione dal quale devono poter entrambe trarre beneficio con la produzione e la redditività dell’agricoltura e la produzione di energia rinnovabile

*(Giovanni Simoni, Gruppo Kenergia).*

Possiamo affermare che il semplice fatto di distanziare le file di moduli fotovoltaici e far crescere della vegetazione tra essi non è un approccio che ci consente di parlare di agrivoltaico. E poiché il paesaggio agrario è molto diversificato la sua integrazione con il fotovoltaico dovrà prevedere una specifica progettazione e non configurazioni standard come i classici impianti solari a terra.

Solitamente l’agrivoltaico è caratterizzato dalla presenza di pannelli sufficientemente sollevati da terra per far crescere le piante sottostanti, e che siano anche orientabili per fornire la quantità di radiazione necessaria alla coltura. Inoltre, per molte coltivazioni si deve prevedere anche il passaggio di mezzi meccanici.



Definire l’agrovoltaico per sfruttarne al meglio i benefici



## 2.

I BENEFICI DELL'  
AGRIVOLTAICO

*Quali vantaggi possono dare dei pannelli solari su un campo coltivato, anche in un'ottica di parziale autoconsumo, alle aziende agricole e all'operatore energetico?*

Un'attenta progettazione di questi impianti può **proteggere le colture** dagli eventi atmosferici estremi, far diminuire il **fabbisogno idrico**, ma anche migliorare la competitività dell'azienda agricola e rivalorizzare terreni marginali, abbandonati o semi-abbandonati.

In linea generale un impianto che consente l'utilizzo simultaneo del terreno per l'agricoltura e per la produzione di energia elettrica può portare a benefici, ma solo se si evita di concepire prima l'impianto fotovoltaico e poi si va a cercare qualcuno che ci faccia dentro qualche attività agricola. Proviamo allora ad elencare alcuni vantaggi per gli operatori agricoli e per quelli energetici che decidono di impegnarsi nell'installazione di impianti agrivoltaici.

### Per gli operatori agricoli:

- reperire risorse finanziarie necessarie al rinnovo ed eventuali ampliamenti delle proprie attività;
- moltiplicare anche di un fattore 6/9 il reddito agricolo;
- disporre di un partner solido e di lungo periodo per mettersi al riparo da brusche mutazioni climatiche;
- sviluppare nuove competenze professionali e nuovi servizi al partner energetico (magazzini ricambi locali, taglio erba, lavaggio moduli, presenza sul posto e guardiania, ecc.).

### Per gli operatori energetici:

- realizzare importanti investimenti nel settore di interesse anche su campi agricoli;
- acquisire, attraverso una nuova tipologia di accordi con l'impresa agricola partner, diritti di superficie a costi contenuti e concordati;
- realizzare effetti di mitigazione dell'impatto sul territorio attraverso sistemi agricoli produttivi e non solo di mitigazione paesaggistica;
- ridurre i costi di manutenzione attraverso l'affidamento di una parte delle attività necessarie;
- instaurare un rapporto con le autorità locali che tenga conto delle necessità del territorio anche attraverso la qualificazione professionale delle nuove figure necessarie con l'offerta di posti di lavoro di lunga durata.



A questo scopo entrano in gioco le innovazioni e il contesto in cui devono applicarsi le diversificate soluzioni tecniche. Come quali colture possono considerarsi le più adatte alla presenza del fotovoltaico e viceversa; quali tipo di sistemi FV utilizzare in base alla coltura, a quale altezza e con quali geometrie e spaziature tra i moduli per consentire le normali lavorazioni e perfino il pascolo.

Ottenere il massimo dei benefici e uno sviluppo armonico dell'agrivoltaico, ribadiamo, richiede il coinvolgimento diretto del mondo agricolo direttamente fin dalla pianificazione degli impianti.

3.

LE BARRIERE E  
COME SUPERARLE

*Gli impianti agro-fotovoltaici hanno enormi potenzialità di sviluppo ma sono frenati da diversi ostacoli politici, tecnici, burocratici, di natura finanziaria e anche culturale.*



Comunemente un'azienda agricola di successo, e di una certa dimensione, già inserita in qualche filiera alimentare o della grande distribuzione, non ha molto interesse a realizzare un fotovoltaico se non sui propri edifici, anche perché non intende ridefinire il proprio *core business*.

Dall'altro lato, molte aziende agricole sono troppo piccole per puntare veramente sull'agrivoltaico. Decidono quindi di non farlo anche perché ancora troppo laborioso, costoso e rischioso.

Allora capita che il progetto lo definiscano autonomamente gli operatori FV che in seguito lo presentano agli agricoltori, imprenditori spesso piccoli che non hanno la forza e la prospettiva di ragionare su questi nuovi investimenti. È chiaro che sia molto più semplice, redditizio e conforme alle urgenze della decarbonizzazione installare distese di moduli in impianti ottimizzati per la sola produzione energetica. Ma, così si finisce con il perpetuare la falsa narrazione di un FV "mangia-campagne" alimentando una notevole diffidenza nei confronti dell'operatore energetico.

Molti osservatori parlando di FV in agricoltura ritengono che la tecnologia sia di fronte ad un bivio evolutivo: adattarsi a fare veri impianti agrivoltaici, come quei pochi dove si è creata una integrazione e sinergia fra coltivazioni e generazione elettrica, oppure ostinarsi a realizzare l'impianto tradizionale fatto con lo stampino, sebbene progettato con file di moduli ben distanziati per convivere con una presenza di non meglio specificate colture o allevamenti.

È possibile che quest'ultima strada si riveli alla fine quella con il migliore rapporto costi/benefici, sia per gli operatori fotovoltaici che per la decarbonizzazione. Ma prendere la strada apparentemente più impervia – quella dell'agrivoltaico "vero" – potrebbe dare ai territori maggiore fiducia verso gli operatori fotovoltaici e finisca alla fine anche per favorire una più rapida diffusione dei campi FV a terra tradizionali.



È una scommessa difficile. Per puntarci con qualche possibilità di successo è necessario l'ingresso di una variegata presenza di sviluppatori, investitori e operatori fotovoltaici; soggetti che dovranno riuscire a creare valore sia dalla produzione agricola che dalla generazione elettrica, confezionando soluzioni su misura, selezionando magari come partner quelle, ancora scarse, aziende agricole sufficientemente "giovani", flessibili, lungimiranti, finanziariamente capaci e di una dimensione tale da creare delle economie di scala.

Proprio in merito alle barriere dell'agrivoltaico, SolarPower Europe ha pubblicato un documento con alcune linee guida e casi pratici che spiegano come superarle e combinare nel modo migliore la produzione di energia solare con le attività agricole.

In "Agrisolar Best Practice Guidelines" si raccomanda di definire un *Sustainable Agriculture Concept*, vale a dire, un mix di criteri volti a garantire che il progetto fotovoltaico non entri in conflitto con le pratiche agricole.

L'associazione di settore europea definisce criteri cosiddetti "Must", cioè requisiti indispensabili per realizzare un impianto agro-FV. Altri criteri (*Should* e *Could*) sono opzionali e la loro mancanza non va a pregiudicare la possibilità di sviluppare ugualmente un progetto di elevata qualità.

### In sostanza, i requisiti essenziali sono:

- informazioni generali sul **tipo di colture agricole** e sulle caratteristiche del sistema FV, con particolare attenzione alle necessità degli agricoltori (uso di macchinari, ad esempio);
- valutazione degli **impatti ambientali** (erosione dei suoli, disponibilità di acqua e così via);
- **business plan** del progetto e valutazione delle condizioni di lavoro, con un focus sulla sicurezza;
- **monitoraggio delle prestazioni** sul ciclo di vita del sistema agro-fotovoltaico.

I governi, si legge nel documento, dovrebbero poi definire meccanismi di **supporto finanziario** (sgravi fiscali, aste dedicate) e **procedure amministrative accelerate per le autorizzazioni** di questi impianti.



Agrovoltaiico, le linee guida per realizzare progetti efficienti e sostenibili

## IL SOSTEGNO DEL PNRR ALL'AGRIVOLTAICO

Il Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza prevede il sostegno dell'agrivoltaico con risorse pari a 1,1 miliardo di euro da destinare entro il 2026.

L'obiettivo è di diffondere impianti agrivoltaici di medie e grandi dimensioni. La misura di investimento, nello specifico, prevede:

- 1) l'implementazione di sistemi ibridi agricoltura-produzione di energia che non compromettano l'utilizzo dei terreni dedicati all'agricoltura, ma contribuiscano alla sostenibilità ambientale ed economica delle aziende coinvolte, valorizzando anche i bacini idrici tramite soluzioni galleggianti;
- 2) il monitoraggio delle realizzazioni e della loro efficacia, con la raccolta dei dati sia sugli impianti fotovoltaici sia su produzione e attività agricola sottostante, al fine di valutare il microclima, il risparmio idrico, il recupero della fertilità del suolo, la resilienza ai cambiamenti climatici e la produttività agricola per i diversi tipi di colture.

L'investimento si deve porre il fine di rendere più competitivo il settore agricolo, riducendo i costi di approvvigionamento energetico (ad oggi stimati pari a oltre il 20% dei costi variabili delle aziende e con punte ancora più elevate per alcuni settori erbivori e granivori), e migliorando al contempo le prestazioni climatiche-ambientali.

L'obiettivo dell'investimento è installare a regime una potenza da impianti agrivoltaici di 1,04 GW, in grado di generare circa 1.300 GWh annui, con riduzione delle emissioni di gas serra stimabili in circa 0,8 milioni di tonnellate di CO<sub>2</sub>.

4.

## LE COLTURE PIU ADATTE ALL'AGRIVOLTAICO

*Molti sistemi agrivoltaici possono migliorare l'uso del suolo, l'efficienza nell'uso dell'acqua e delle colture stesse. Ma non sempre questi impianti sono adatti a tutte le specie agricole.*

*Alcuni risultati dalle recenti esperienze sul campo.*



Un'attenta progettazione gli impianti fotovoltaici con una parziale copertura per alcune specifiche colture agricole può portare notevoli benefici alle aziende del settore.

Interessanti sono alcune esperienze in Germania, per colture come i mirtilli e i lamponi, che bene si abbinano all'alternarsi di luce e ombra. Colture che sotto i moduli solari possa aumentare i loro rendimenti: i pannelli che fanno da copertura riducono l'evaporazione e consentono quindi di risparmiare acqua. In questo caso si stima che l'evaporazione è di circa un quarto rispetto alle piante in campo aperto.

Altre esperienze in Germania stanno dimostrando che questo metodo di coltivazione funziona oltre che per i frutti di bosco, anche per mele, ciliegie, patate, pomodori e cetrioli.

Gli esperti del settore agroFV spiegano però che per ogni specifica area del mondo e per ogni specifica coltura si devono pensare configurazione impiantistica e moduli differenti, sempre dopo aver stimato le condizioni di luce ottimali necessarie.

Di questi argomenti si trovano alcuni spunti nel documento "Linee guida per l'applicazione dell'agro-fotovoltaico in Italia" curato dall'Università degli Studi della Tuscia, in collaborazione con diverse organizzazioni, come Confagricoltura, e aziende del settore energetico.

Il documento fornisce un primo contributo tecnico per comprendere i fattori che incidono sulla scelta della coltura e/o del sistema di allevamento in funzione del design impiantistico dell'impianto fotovoltaico, che variano poi a seconda della tipologia di pannello utilizzato (altezza da terra, caratteristiche, inseguitore, fisso, ecc.) e dal tipo di coltura considerata.

La densità di copertura dovrà essere determinata per garantire un corretto equilibrio tra efficiente produzione di energia elettrica e redditività dell'utilizzazione agricola.

Nel documento vengono segnalati alcuni studi, condotti anche all'estero, che forniscono una prima valutazione del comportamento di differenti colture sottoposte alla riduzione della radiazione luminosa.

Un fattore determinante riguarda la domanda di acqua. Un maggior ombreggiamento dovuto alla presenza discreta di pannelli solari, non è sempre fattore determinante della crescita e nello sviluppo della gran parte delle coltivazioni esaminate ma, al contrario, in alcuni casi come quelli studiati presso l'Università americana dell'Oregon si riduce la domanda di acqua necessaria alle coltivazioni: in sempre più siti, la diminuzione della domanda di acqua irrigua per effetto della semi-copertura fotovoltaica, può ridurre i rischi sulla produzione causati dai cambiamenti climatici.

Da non trascurare sono gli effetti dell'aumento dell'umidità relativa dell'aria nelle zone sottostanti i moduli che, da un lato produce effetti favorevoli sulla crescita delle piante e dall'altro riduce la temperatura media dei moduli con evidenti vantaggi nei rendimenti della generazione elettrica solare.

# 4.

Una prima sintetica classificazione di quelle che sono le colture più o meno adatte ad essere coperte da pannelli FV e, quindi, ad una diminuzione della radiazione solare, può essere indicata genericamente, sebbene manchino ancora studi specifici sulla grande maggioranza delle piante coltivate alle nostre latitudini.

## Colture non adatte:

sono le piante con un elevato fabbisogno di luce, come ad esempio frumento, farro, mais, alberi da frutto, girasole, cavolo rosso, cavolo cappuccio, miglio, zucca. In questi casi anche modeste densità di copertura determinano una forte riduzione della resa.

## Colture poco adatte:

cavolfiore, barbabietola da zucchero, barbabietola rossa.

## Colture adatte:

segale, orzo, avena, cavolo verde, colza, piselli, asparago, carota, ravanella, porro, sedano, finocchio, tabacco. Per queste specie un'ombreggiatura moderata non ha quasi alcun effetto sulle rese.

## Colture mediamente adatte:

cipolle, fagioli, cetrioli, zucchine.

## Colture molto adatte:

si tratta di colture per le quali l'ombreggiatura ha effetti positivi sulle rese quantitative, come patata, luppolo, spinaci, insalata, fave, agrumi.

Oltre alla tolleranza alla riduzione della radiazione incidente per la copertura fotovoltaica, le colture devono essere scelte in base ad altri parametri, come ad esempio la distribuzione spaziale della "canopy" della coltura (la parte superiore della pianta) e la stagionalità dell'attività fotosintetica.

Piante con una "canopy" che si sviluppa in altezza verranno interessate solo parzialmente dall'ombra che non riguarderà, nel corso del giorno, sempre la stessa porzione della chioma.

Anche la **stagionalità di crescita** delle piante è un aspetto rilevante, dato che l'entità della radiazione luminosa è strettamente legata alla stagione.

In primavera e in estate, nel centro Italia ad esempio, l'entità della radiazione luminosa media giornaliera è di oltre due volte quella misurata in autunno o in inverno. Quindi colture a sviluppo primaverile-estivo con moderate esigenze di radiazione sono quelle che meglio si adattano alla coltivazione sotto una parziale copertura fotovoltaica.

La **struttura di sostegno** della copertura FV ha anch'essa un'incidenza nelle coltivazioni, risultando più o meno impattante a secondo del "layout" di disposizione della coltura in campo.

Lo studio spiega che una specie seminata ad elevata densità colturale (foraggiere, cereali, oleaginose, leguminose da granella, piante da fibra, ecc.) risentirà maggiormente degli ostacoli dovuti dalla struttura rispetto ad una specie caratterizzata da bassa densità colturale, disposta a filari (fruttiferi, vite, ortive coltivate con tutori), che spesso si avvale già di strutture di sostegno o per gli impianti di irrigazione o di protezione (reti antigrandine).

Va ripetuto, in ogni caso, che ai fini della realizzazione di un impianto è necessaria sempre una descrizione particolareggiata del sito che comprenda: descrizione del terreno, superficie e tipologia di copertura vegetale, pendenza, tipo di esposizione ai raggi solari, presenza di vincoli. Nella progettazione di soluzioni agrivoltaiche si deve anche considerare il numero di cicli realizzabili sul terreno durante l'intero periodo di sperimentazione.



Quali colture sono adatte all'agrovoltaico in Italia?



5.

RICERCHE E  
SPERIMENTAZIONI

*Nonostante la scarsa diffusione di realizzazioni agrivoltaico, molte sono le ricerche e le sperimentazioni a livello internazionale e nazionale.*

*Una breve rassegna.*

Tra gli istituti di ricerca più attivi nel settore agrivoltaico c'è il Fraunhofer ISE. Da tempo l'istituto tedesco sta lavorando su questo modo innovativo di fare produzione solare in agricoltura. Già nel 2019 aveva pubblicato i risultati di un progetto-pilota in Germania, con un piccolo impianto da 194 kW su un campo arabile presso il lago di Costanza, nell'ambito del progetto *Agrophotovoltaics - Resource Efficient Land Use (Apv-Resola)*.

Per tre colture (su quattro) si era evidenziato un incremento dei raccolti e l'ombreggiamento dei moduli aveva anche permesso alle piante di sopportare meglio il caldo e la siccità.

Secondo il Fraunhofer gli impianti agro-fotovoltaici, sono già competitivi in Germania grazie a **costi di generazione** elettrica stimati tra 7-12 cent€/ kWh (si parla di valori Lcoe: *Levelized cost of electricity*, il costo "tutto compreso" per produrre energia elettrica). Ma a questo scopo anche in Germania andrà aggiornata la legge per le rinnovabili (EEG, *Erneuerbare Energien Gesetz*), poiché sono richiesti specifici incentivi per queste applicazioni.

Un design per progetti agrivoltaici che mira a ridurre l'ombreggiamento provocato dai moduli, migliorando il processo di crescita, resa e qualità del raccolto, a costi di **installazione concorrenziali** è "*Even-lighting Agrivoltaic System -Eas*" (vedi foto). Messo a punto da un gruppo di ricercatori dell'Università della Scienza e della Tecnologia della Cina, è un sistema a "illuminazione equilibrata": utilizza come strutture di montaggio semplici staffe metalliche montate su un palo di supporto, su cui vengono montati moduli fotovoltaici convenzionali e moduli di vetro scanalati posti tra i moduli solari.

Le scanalature del vetro disperdono per rifrazione la luce incidente in tre direzioni, così che le aree in ombra sotto il sistema risultino illuminate uniformemente. Il sistema avrebbe un costo superiore del 10% rispetto a progetti agrivoltaici convenzionali.

In Francia l'agrivoltaico inizia a prendere piede con le aste dedicate agli impianti FV innovativi. Un anno fa un'asta per il fotovoltaico innovativo ha messo in campo 31 progetti per 146 MW di potenza con un prezzo medio finale di 0,0815 €/kWh.



## 5.

Nella Francia meridionale si parla da tempo di agrivoltaico dinamico basato su pannelli solari mobili, installati sopra le colture a un'altezza sufficiente in modo da permettere il passaggio dei trattori e l'aerazione ottimale delle piante. In questo caso i pannelli sono regolati automaticamente da un algoritmo in funzione delle diverse colture, pertanto, essi sono in grado di variare l'inclinazione secondo le necessità di ombreggiamento-irraggiamento nei vari momenti della giornata.

Il biochimico Christopher Howe, dell'Università di Cambridge, ha descritto su [Advanced Energy Materials](#), i risultati di esperimenti condotti in Italia, dove serre dedicate al basilico e agli spinaci, sono state coperte con pannelli solari al silicio amorfo semitrasparenti, che lasciano passare solo il 20% della luce, ma della lunghezza d'onda usata dalle piante, il rosso-arancio. Visto che le piante ricevevano solo il 43% della luce rispetto alle serre convenzionali, ci si poteva aspettare un crollo della produzione. Invece i raccolti sono stati inferiori solo del 26% per gli spinaci e del 15% per il basilico, anche perché le piante compensavano aumentando la superficie delle foglie, che è in quel caso la parte d'interesse economico.

Anche se i pannelli usati avevano solo un rendimento dell'8%, Howe e colleghi hanno concluso che applicando questa tecnologia alle loro serre, considerando il suo basso costo e le tariffe incentivanti italiane per il FV, i coltivatori otterrebbero un aumento di guadagno del 2,5% per il basilico e del 35% per gli spinaci, essendo quest'ultima pianta assai meno profittevole dell'altra.

Greg Barron-Gafford, professore all'Università dell'Arizona, ha dimostrato che la combinazione di questi due sistemi può dare un vantaggio reciproco, realizzando colture all'ombra di moduli. Si sono testate in zone semi aride il calore e l'umidità al di sotto dei pannelli per studiare la relazione di raffrescamento tra colture e pannelli. Ottimi i risultati con diversi tipi di piante che non si sarebbero potute coltivare diversamente in questi habitat (vedi articolo sotto).

Un altro interesse progetto da applicare all'agrivoltaico che risolve anche il problema dell'approvvigionamento idrico è frutto di un brevetto del Gruppo Kenergia, "[Rain Water Recovery \(RWR\)](#)", che prevede la raccolta dell'acqua piovana con un sistema di grondaie collocate in prossimità del bordo più basso dei moduli. L'acqua viene stoccata in serbatoi/bacini situati in prossimità del campo fotovoltaico.

## LA RETE NAZIONALE "AGRIVOLTAICO SOSTENIBILE"



In merito allo sviluppo del settore in Italia è nata da poco una rete aperta a

imprese, istituzioni, università e associazioni di categoria per promuovere l'agrivoltaico.

L'iniziativa è coordinata dall'**ENEA** in collaborazione con **ETA Florence Renewable Energies**, a cui hanno già manifestato il sostegno, tra gli altri: l'Associazione Italiana Architettura del Paesaggio (AIAPP), Confagricoltura, Consiglio dell'Ordine Nazionale dei Dottori Agronomi e Dottori Forestali (CONAF), Coordinamento FREE (Coordinamento Fonti Rinnovabili ed Efficienza Energetica), Italia Solare, Legambiente, REM Tec, Società Italiana di Agronomia (SIA) e Università Cattolica del Sacro Cuore di Piacenza.

L'obiettivo del network è di arrivare alla definizione di un quadro metodologico e normativo, di linee guida per la progettazione e valutazione degli impianti, di strumenti di supporto ai decisori e di contribuire alla diffusione di conoscenze e promuovere le eccellenze italiane nei settori delle nuove tecnologie per l'energia rinnovabile, dell'agricoltura e del paesaggio.

"Agrivoltaico Sostenibile" ha un piattaforma web per il confronto sulle varie iniziative nazionali e lo scambio di informazioni ed esperienze.



PER INFORMAZIONI:  
AGRIVOLTAICO SOSTENIBILE



Agro-fotovoltaico: più energia,  
meno acqua, più cibo

6.

TECNOLOGIE,  
CONFIGURAZIONI,  
DIMENSIONAMENTO  
E COSTI

*Realizzare un impianto agrivoltaico è più costoso rispetto a un impianto FV tradizionale a terra. Ci sono numerosi fattori che influenzano le analisi economiche per questo tipo di progetti.*

Gli impianti agrivoltaici prevedono l'installazione di moduli ad alcuni metri dal suolo, in modo da permettere lo svolgimento delle attività agricole e il passaggio di animali e mezzi agricoli.

In generale, questi impianti richiedono maggiori costi soprattutto se usano tracker (inseguitori), ma anche per gli stessi pannelli e per le strutture di sostegno. Inoltre, possono esserci degli extra-costi dovuti alle particolari modalità di installazione (come le configurazioni verticali) e alle condizioni ambientali e dei terreni. La spesa dell'impianto dipende poi dal tipo di colture che si vogliono far crescere sotto i pannelli. Tuttavia, come abbiamo visto finora, sono installazioni che presentano indubbi vantaggi.

I sistemi agrivoltaici hanno quindi una varietà di tecnologie e configurazioni spaziali che consentono, secondo gli specifici obiettivi e requisiti del progetto, di rispondere al meglio alle esigenze colturali (e non solo) delle aree agricole su cui insistono.

### Tra i principali sistemi FV:

- **tradizionali**, in cui semplicemente i moduli fotovoltaici sono posti in una configurazione spaziale tale da lasciare spazio libero tra le file di moduli e sotto i moduli per le finalità agricole;
- **verticali**, con moduli montati su supporti laterali e organizzati in file continue in stile "staccionata" (foto 1), anche se con un rendimento inferiore;
- **rialzati**, in cui i moduli sono montati su strutture, ad una certa altezza da terra (4-5 m), che lasciano libero il suolo per le coltivazioni (anche con l'utilizzo delle relative macchine agricole); questi impianti possono utilizzare sistemi ad inseguimento su singolo o doppio asse, rendendo possibile un controllo dinamico dell'ombreggiamento e la digitalizzazione totale di tutti i processi, mirando quindi anche ad una "agricoltura di precisione".

Un esempio interessante di "sistemi rialzati" è quello dell'azienda italiana RemTec srl, con il marchio Agrovoltaico©. Sia in Italia (foto 2-3-4) che all'estero ha realizzato diversi impianti con inseguitori sospesi monoassiali e biassiali che consentono un controllo intelligente dell'ombreggiamento delle colture (ombreggiamento dinamico).



1



2

CASTELVETRO PIACENTINO (2011)



3

BORGO VIRGILIO (2011)



4

MONTICELLI D'ONGINA (2011)

Tutti i sistemi descritti possono utilizzare moduli bifacciali, per incrementare la produzione di energia elettrica.

Accanto a questi approcci si registra anche la disponibilità sul mercato di moduli fotovoltaici innovativi specificamente sviluppati per applicazioni agrivoltaiche, come ad esempio i moduli FV trasparenti micro-tracking con dei concentratori ottici della [startup svizzera Insolight](#).

Per stimare i differenti costi, uno studio tedesco ha preso come progetto di riferimento un impianto a terra da 850 kW con un costo medio totale di 572 €/kW e un investimento pari a circa 486mila euro per ettaro.

Per un progetto agrivoltaico il range di costo può variare di molto, anche tra 600 e 1.200 euro per kW secondo i diversi esempi riportati nella ricerca, quindi tra 510mila e poco più di un milione di euro. Secondo altri il Capex (costo capitale iniziale) va da un +3 ad +10% rispetto ad un impianto tradizionale a terra.

Quale dimensionamento può essere proficuo per questi impianti?

Diversi operatori energetici ritengono che un ritorno dell'investimento soddisfacente richiederebbe di installare almeno una potenza FV di 2 o 3 MW fotovoltaici; pertanto, sarebbe necessario avere a disposizione 5-6 ettari fuori dai vincoli.

“Per fornire un dato generale possiamo dire che rispetto alla superficie utile dell'impresa agricola potremmo pensare un rapporto di uno a tre: quindi al netto del filtro dei vincoli presenti, un impianto FV sostenibile potrebbe occupare all'interno dell'intera azienda agricola da un quinto a un decimo. Sono numeri che anche dal punto di vista paesaggistico consentono di applicare misure di mitigazione significative, ma dietro ci deve essere un'architettura del territorio che va studiata con cura”, ha detto Giovanni Simoni Ceo del Gruppo Kenergia.

RemTec stima che i suoi impianti richiedano una superficie di 1,7-1,8 ha per MW.

Dal punto di vista dell'azienda agricola c'è anche il beneficio dei diritti di superficie. Questi al momento vanno dai 2.200 ai 3.000 euro per ettaro/anno, per contratti anche di 30-35 anni. Per fare un confronto, va anche detto che i contributi europei all'agricoltura non superano i 300 €/ha/anno, e con un terreno a riposo sono anche inferiori.

## UNA NUOVA FIGURA: L'OPERATORE AGRIVOLTAICO

Un importante aspetto innovativo in queste applicazioni potrebbe essere quella di iniziare a delegare all'operatore agricolo tutti gli aspetti non specialistici della manutenzione dell'impianto fotovoltaico.

Si potrebbero così creare, con evidenti vantaggi economici e assicurativi, nuove figure professionali che inglobino nell'operatore agricolo anche le responsabilità di O&M dell'insieme degli impianti installati sui territori agricoli fino alla formazione di vere e proprie squadre specializzate nella gestione locale di tutti gli aspetti di un campo agrivoltaico.

Una nuova figura professionale che potrebbe diventare parte integrante del processo di gestione e manutenzione degli impianti e responsabile della produzione agricola.



Idee per un agrovoltaico a misura di impresa agricola



Quali opportunità per ridurre la spesa energetica delle aziende agricole?  
Un webinar di Fieragricola

Dopo avere fatto un rapidissimo excursus sull'agrivoltaico o agrovoltaico siamo certi che siamo di fronte ad una grande opportunità per il Paese: quella di coniugare le esigenze di decarbonizzazione e la salvaguardia e il recupero dell'attività agricola e pastorale.

L'agrivoltaico può combinare elettricità solare, nuove tecnologie, agricoltura e conservazione del paesaggio anche a tutela delle comunità locali e delle loro attività, con benefici in termini di sostenibilità ambientale, economica e sociale.

Come ci ha detto la responsabile della task force dell'Enea, Alessandra Scognamiglio, e come abbiamo provato a spiegare in questo Mini Report, "non esiste un solo agrivoltaico, ma diverse soluzioni da declinare secondo le specifiche caratteristiche dei siti oggetto di intervento: la sfida è trasformare una questione tecnica in una questione di cultura complessa, con un approccio transdisciplinare supportato dai risultati della ricerca sulle migliori combinazioni colture/sistemi fotovoltaici".

Per il successo di questi progetti è però fondamentale il coinvolgimento del settore agricolo nel processo di pianificazione, creando soprattutto interesse e accettazione nell'opinione pubblica. Per il loro sviluppo è inoltre necessario prevedere un iter autorizzativo semplificato che riconosca il valore di tali progetti per il territorio.

Per rendere concrete queste potenzialità servirà tutto il sostegno dei decisori pubblici nazionali e locali, ma soprattutto un nuovo spirito d'impresa, che dovrà venire sia dal mondo agricolo che da quello energetico.



# QUALENERGIA.it

IL PORTALE SOSTENIBILE CHE ANALIZZA  
MERCATI E SCENARI SUL MONDO DELL'ENERGIA

NEWS  
ANALISI  
DOCUMENTI  
COMMENTI

**Q**  
**PRO**  
**E**  
**.it**

Abbonati per 365 giorni  
alla versione PRO del sito  
Scopri i servizi:  
[www.qualenergia.it](http://www.qualenergia.it)

Redazione: [redazione-online@qualenergia.it](mailto:redazione-online@qualenergia.it)

Pubblicità: [advertising@qualenergia.it](mailto:advertising@qualenergia.it)

Seguici anche su:



[www.qualenergia.it](http://www.qualenergia.it) è anche in  
**VERSIONE MOBILE**

