

21_31_PV_KLP_BR_AU_18_01_RE_00	APRILE 2022	ANALISI TECNICO-ECONOMICA IMPIANTO AGRIVOLTAICO	Dott. Rocco Carella	Dott. Rocco Carella	Dott. Rocco Carella
N. ELABORATO	DATA EMISSIONE	DESCRIZIONE	ESEGUITO	CONTROLLATO	APPROVATO

OGGETTO:
 Progetto dell'impianto agrivoltaico denominato "Barretta" della potenza complessiva di 26.009,10 kWp da realizzarsi nel Comune di Foggia e Manfredonia (FG).

COMMITTENTE:
SR TRAPANI s.r.l.
Largo Donegani Guido, 2
20121 Milano (MI)

TITOLO:
QLJ2VY7_DocumentazioneSpecialistica_27_01
 Analisi tecnico-economica impianto agrivoltaico

PROJETTO engineering s.r.l.
 società d'ingegneria
 direttore tecnico
Ph.D. Ing. LEONARDO FILOTICO



Sede Legale: Via dei Mille, 5 74024 Manduria
 Sede Operativa: Z.I. Lotto 31 74020 San Marzano di S.G. (TA)
 tel. 099 9574694 Fax 099 2222834 cell. 349.1735914
 studio@projetto.eu
 web site: www.projetto.eu P.IVA: 02658050733

SOSTITUISCE:
 SOSTITUITO DA:

CARTA:
A4

NOME FILE
 21_31_PV_KLP_BR_AU_18_01_RE_00

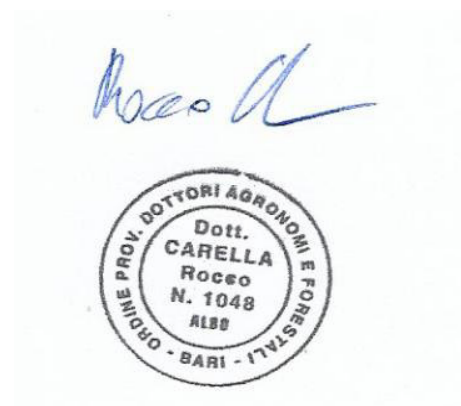
SCALA:
 /

ELAB.
RE.18_01

Analisi tecnico-economica per impianto agro-voltaico da realizzarsi in territorio di Foggia (FG)

Marzo 2022

Dott. For. Rocco Carella



INDICE

- **1. Introduzione** pag. 5
- **2. Localizzazione e descrizione del sito progettuale**
pag. 7
- **3. Analisi tecnico-economica** pag. 17
- **4. Conclusioni** pag. 33

BIBLIOGRAFIA pag. 34

Indice delle Figure

Figura 1: pag. 5

Figura 2: pag. 7

Figura 3: pag. 8

Figura 4: pag. 9

Figura 5: pag. 9

Figura 6: pag. 13

Figura 7: pag. 15

Figura 8: pag. 16

Indice delle Tabelle

Tabella 1: pag. 10

Tabella 2: pag. 11

Tabella 3: pag. 20

Tabella 4: pag. 20

Tabella 5: pag. 21

Tabella 6: pag. 24

Tabella 7: pag. 25

Tabella 8: pag. 26

Tabella 9: pag. 26

Tabella 10: pag. 28

Tabella 11: pag. 28

Tabella 12: pag. 28

Tabella 13: pag. 29

Tabella 14a-b: pag. 31

Tabella 15: pag. 31

Tabella 16: pag. 32

1. Introduzione

Lo studio in esame ha analizzato la fattibilità di convivenza di pratiche agronomiche in un sito progettuale destinato alla realizzazione di un parco fotovoltaico a terra. L'impianto considerato è composto di un solo lotto ubicato in territorio di Foggia, anche se nelle prossimità del limitrofo territorio di Manfredonia, e va dunque a inserirsi nel sistema di paesaggio del *Basso Tavoliere*. Si ricorda come il distretto paesistico-territoriale considerato, cui sono riferiti i settori più bassi del Tavoliere di Foggia, si distingue dall'Alto Tavoliere per morfologia, altimetria, uso del suolo, ma anche per una scarsissima presenza di ambienti naturali e semi-naturali, non così spinta nei ripiani più elevati del Tavoliere.

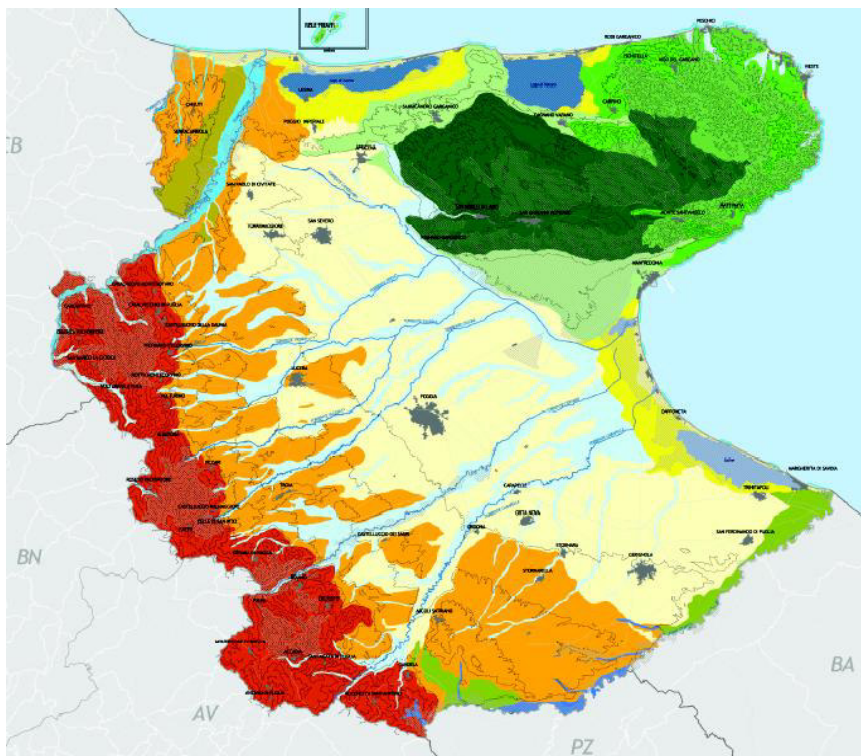


Figura 1 – Sistemi di paesaggio della provincia di Foggia, il sito progettuale si localizza nel sistema del *Basso Tavoliere* (in rosa polvere).

Studio ambientale-forestale Rocco Carella

roccocarella@yahoo.it carellarocco@pec.it Tel. 3760819533

L'analisi ha consentito dunque di individuare quelle soluzioni colturali ritenute più adatte all'abbinamento con i moduli fotovoltaici nell'impianto considerato. Queste sono state scelte sulla base degli aspetti dimensionali disponibili (compatibilità dello sviluppo delle colture con tracker, moduli fotovoltaici, cabine; possibilità di svolgimento delle normali pratiche agricole), ma molto anche tenendo conto delle caratteristiche agronomico-stazionali del sito progettuale, in particolare del bioclima, della pedologia, delle filiere agricole esistenti, della disponibilità idrica. Alla luce di tali fondamentali premesse, nell'analisi si è cercato infine di ottimizzare anche il fattore economico delle opzioni colturali così individuate.

2. Localizzazione e descrizione del sito progettuale

Il sito progettuale si rinviene nel settore sud-orientale del territorio di competenza del capoluogo, molto prossimo del confine col limitrofo territorio di Manfredonia. Nel dettaglio, esso si localizza nelle adiacenze dei toponimi *Masseria Tamaricciola* (l'intera contrada si chiama *Tamaricciola*), mentre *Borgo Mezzanone* appena più ad ovest e *Masseria Piscitella* poco più a sud, risultano già in agro di Manfredonia.

A sud del sito scorre il *Canale Carapelluzzo*, tributario in s.i del *Torrente Carapelle*, mentre più verso nord-ovest si rileva il corso del *Torrente Cervaro*, prima col suo vecchio corso, quindi con il suo corso attuale.

La giacitura del lotto è pianeggiante e la quota altimetrica estremamente contenuta (oscillante tra 38 e 39 m s.m.), come del resto tipicamente accade avviene nel *Basso Tavoliere*.



Figura 2 - Localizzazione del sito progettuale su Ortofoto.

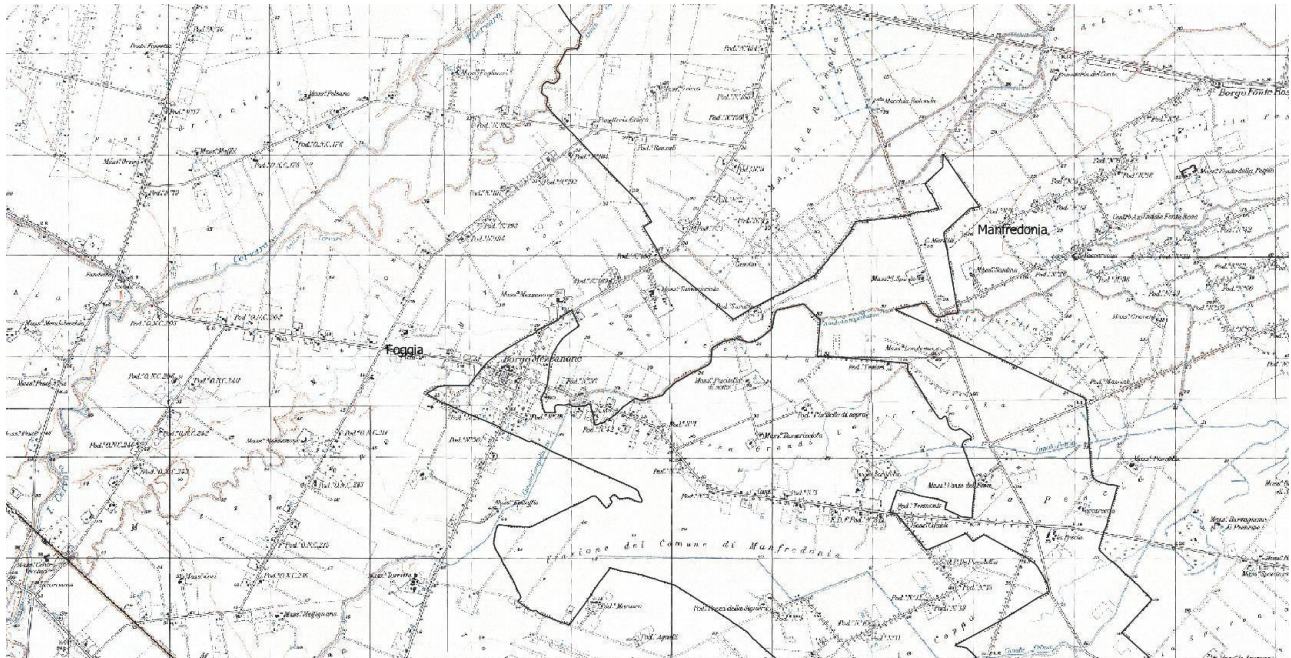


Figura 3 - Il territorio su cui andrà a localizzarsi l'impianto e circondario, su mappa IGM 1:25.000.

Caratteristiche climatiche e bioclimatiche

Il clima del Tavoliere di Foggia è fortemente condizionata dalla sua collocazione tra i due unici distretti montuosi pugliesi (*Gargano* e *Monti Dauni*), registrando così una spinto regime termometrico, seppur caratterizzato da evidente continentalità, e un regime pluviometrico decisamente più contenuto rispetto alla parte restante del Foggiano.

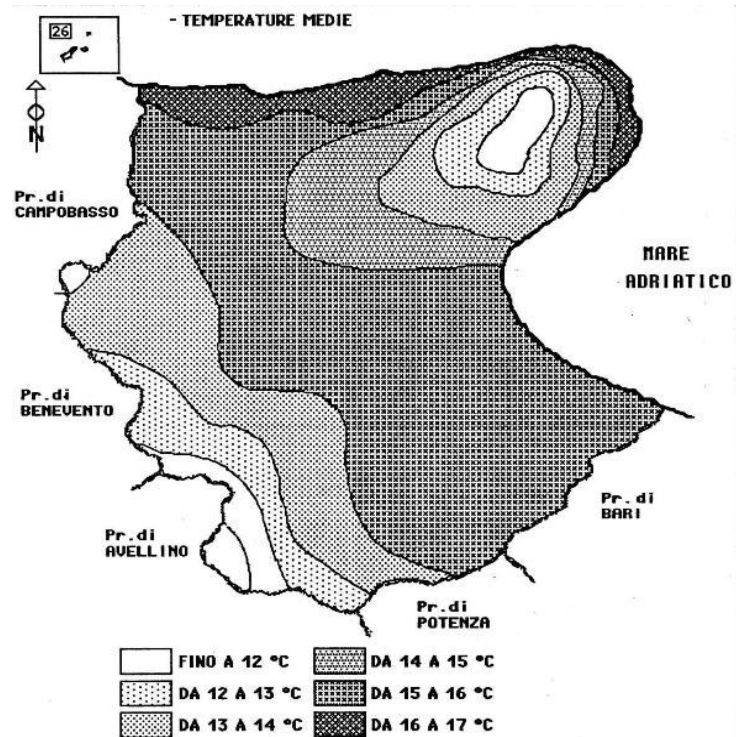


Figura 4 - Distribuzione delle isoterme relative alle temperature medie annue in provincia di Foggia.

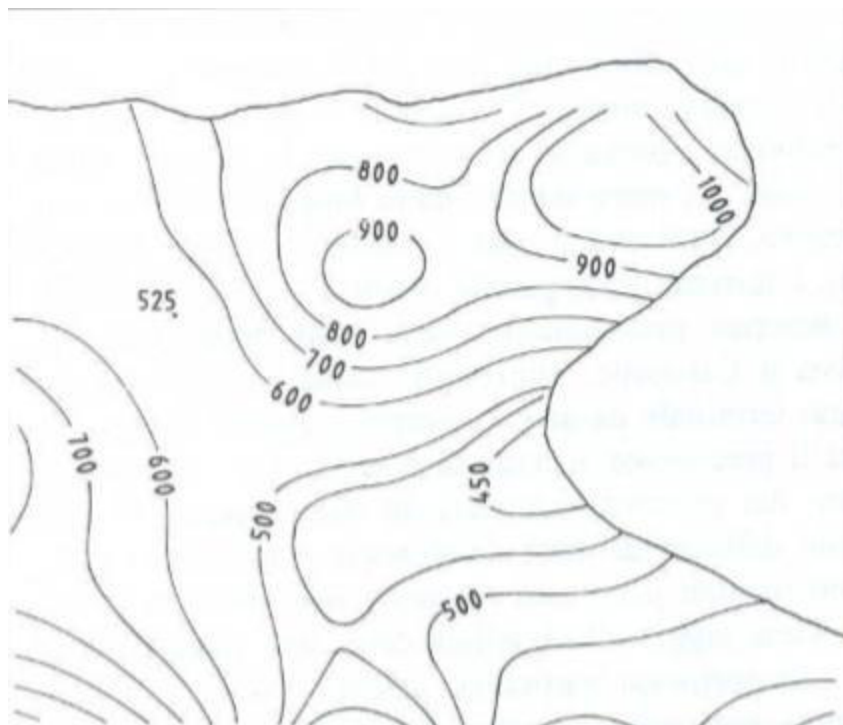


Figura 5 - Andamento delle isoiete relative alle precipitazioni medie in provincia di Foggia.

Al fine di ricavare informazioni sul clima e sul bioclima aderenti a quanto accade nel comprensorio in cui si colloca il sito progettuale, sono stati analizzati i dati termo-pluviometrici registrati presso la stazione di Foggia. I dati sono relativi ad un congruo periodo di osservazione (trentennio), necessario per mediare la variabilità propria del fattore climatico.

	Temperature medie (°C)	Precipitazioni medie (mm)
Gennaio	6,6	37,2
Febbraio	6,5	37,9
Marzo	8,8	40,8
Aprile	12,7	37,9
Maggio	16,5	31,6
Giugno	21,7	30,2
Luglio	24,0	31,7
Agosto	24,5	29,4
Settembre	20,8	41,5
Ottobre	15,1	39,6
Novembre	11,0	52,2
Dicembre	8,3	47,3
ANNO	14,7	457,3

Tabella 1 - Temperature e delle precipitazioni medie mensili. Stazione termo-pluviometrica di Foggia, trentennio di osservazione 1965-1994.

La temperatura media annua del trentennio di osservazione è risultata pari a 14,7°C, le precipitazioni a soli 457,3 mm. I mesi più freddi sono gennaio e febbraio, con temperature medie rispettivamente di 6,6°C e 6,5°C, il più caldo agosto con media di 24,5°. I mesi più aridi sono i tre estivi in cui mediamente piovono circa 30 mm per ciascun mese, anche se le

precipitazioni mensili, come confermato poi dalla media annua, sono modeste un po' tutto l'anno: ad esempio a novembre, il mese più piovoso, non si toccano neanche 60 mm in media.

I dati termo-pluviometrici descritti hanno consentito di elaborare il diagramma bioclimatico di Mitrakos, partendo dal calcolo dei valori dei parametri D (*Drought Stress*, ovvero stress da aridità) e C (*Cold Stress*, stress da freddo). C e D rappresentano i parametri fondamentali dell'analisi di Mitrakos, che l'autore qualifica come le principali fonti di stress in ambiente mediterraneo per la vegetazione.

	Cold Stress (C)	Drought Stress (D)
Gennaio	27,2	25,6
Febbraio	28,0	24,2
Marzo	9,6	18,4
Aprile	-	24,2
Maggio	-	36,8
Giugno	-	39,6
Luglio	-	36,6
Agosto	-	41,2
Settembre	-	17,0
Ottobre	-	20,8
Novembre	-	-
Dicembre	13,6	5,4

Tabella 2 – Valori mensili dei parametri C (Cold Stress) e D (Drought Stress) di Mitrakos (Stazione termo-pluviometrica di Foggia).

L'elaborazione di Mitrakos evidenzia come l'aridità sia decisamente per intensità e durata (significativo è il dato che non si rilevi esclusivamente nel mese di novembre) la fonte

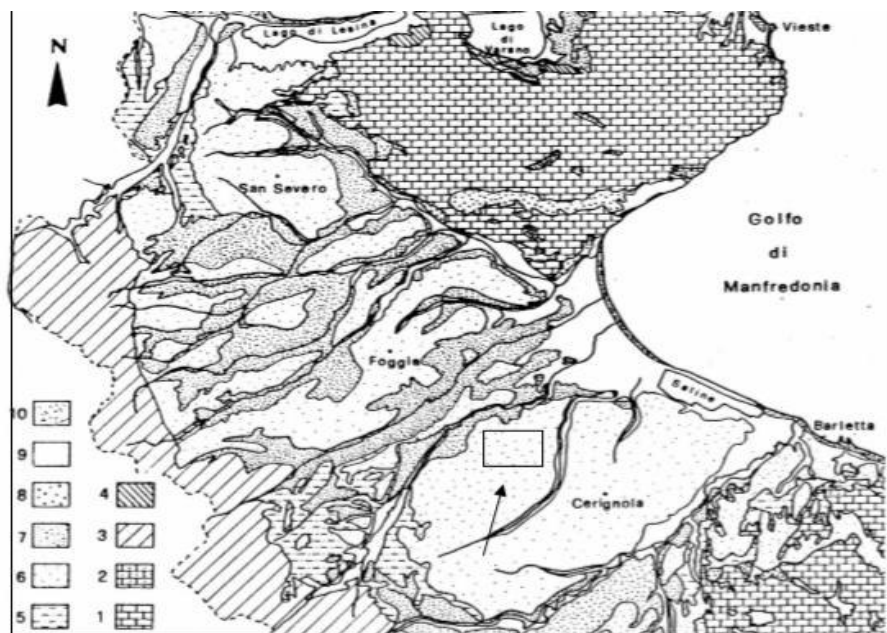
maggiore di stress per la vegetazione. Lo stress da freddo nell'area è invece limitato ai soli mesi invernali, e con scarsa intensità in marzo. Il raffronto tra il valore del parametro Year Cold Stress (YCS, sommatoria dei dodici valori di C mensili) pari a 78,4 e Year Drought Stress (YDS, sommatoria dei dodici valori di D mensili) che raggiunge invece il valore molto elevato di 289,8, descrive bene questa differenza.

Per la caratterizzazione fitoclimatica del contesto in cui s'inserisce l'impianto si è fatto riferimento alla classificazione di Pavari, che consente di zonizzare le fasce di vegetazione in funzione dell'altitudine evidenziando la variazione negli aspetti vegetazionali al mutare delle caratteristiche bioclimatiche. L'autore distingue così nella sua classificazione differenti fasce fitoclimatiche.

L'intero distretto del Basso Tavoliere viene riferito alla *sottozona fredda* del *Lauretum* della classificazione fitoclimatica di Pavari. La fascia fitoclimatica considerata (***Lauretum sottozona media e fredda***) si estende fino a 400-500 m di quota, e allo stato attuale mostra un uso del suolo caratterizzato da una profonda sostituzione della vegetazione originaria a favore delle colture agrarie (olivo e vite in particolare). La vegetazione spontanea assume dunque forte carattere di residualità, interessando più che altro quelle stazioni proibitive per le normali pratiche agricole (aree di versante, suoli rocciosi, ecc.). Questa è la fascia delle sclerofille sempreverdi, attrezzate dal punto di vista morfo-fisiologico a sopportare le estati torride e i lunghi periodi di deficit nell'evapotraspirazione propri del contesto considerato. Tra le specie più tipiche per la fascia fitoclimatica in esame, il leccio (*Quercus ilex*), il lentisco (*Pistacia lentiscus*), la fillirea (*Phillyrea latifolia*), l'alloro (*Laurus nobilis*). Si evidenzia, come quest'ultima specie, poi non così diffusa in quanto legata alle condizioni ecologiche migliori, proprio per questa sua attitudine ecologica viene considerata dal Pavari la specie dimbolo della fascia fitoclimatica. Salendo di quota e allontanandosi sempre più dalla linea di costa, la vegetazione spontanea mostra un progressivo ingresso di specie caducifoglie, quali soprattutto quercia virgiliana (*Quercus virgiliana*), biancospino (*Crataegus monogyna*), più localmente acero minore (*Acer monspessulanum*). Dal punto di vista fitosociologico l'eterogeneo complesso vegetazionale descritto, rientra comunque nella classe *Quercetea ilicis*.

Caratteristiche geologiche, morfologiche, idrogeologiche e pedologiche

Il Tavoliere di Foggia è di fatto la porzione più settentrionale del vasto bacino di sedimentazione, formatosi tra la *Catena Appenninica* e l'*Avampaese Apulo* a partire dal Pliocene Inferiore, noto come *Fossa Bradanica*. Essa poggia sulla potente successione carbonatica mesozoica, che a partire dal Miocene con l'orogenesi appenninica assume il ruolo di *graben*. Le formazioni che costituiscono la serie della Fossa Bradanica, sono muovendosi da basso verso l'alto, *Conglomerati e sabbie di Oppido Lucano*, *Argille subappennine*, *Sabbie di Monte Marano* e *Conglomerato d'Irsina*. La morfologia pianeggiante, sub-pianeggiante del Tavoliere di Foggia, ed in particolare del Basso Tavoliere, è per l'appunto dovuta alla giacitura di tali formazioni plio-pleistoceniche.



1. calcari mesozoici;
2. calcareniti eoceniche;
3. formazione appenniniche di varia età e natura;
4. calcareniti mioceniche;
5. terreni appartenenti al ciclo della Fossa Bradanica;
6. depositi marini terrazzati pleistocenici;
7. depositi alluvionali terrazzati del Pleistocene sup;
8. detriti di falda e depositi eluviali olocenici;
9. alluvioni, sedimenti lacustri e lagunari olocenici;
10. spiagge e dune costiere attuali.

Figura 6 - Carta geologica della Provincia di Foggia (Fonte: Caldara & Pennetta, 1992).

I suoli del Basso Tavoliere appaiono generalmente piuttosto profondi, mostrano una evidente argillosità, e un caratteristico colore scuro in superficie. Sono suoli fertili, dal buon franco di coltivazione, con presenza di scheletro scarsa o nulla, dalla buona ritenuta idrica (aspetto particolarmente gradito dai seminativi). I substrati originatisi da alluvioni recenti mostrano non di rado problemi strutturali, in quanto suoli pesanti dal difficile drenaggio; quest'ultimo aspetto è da considerarsi l'ostacolo principale alle colture nell'area, e spiega la localizzazione e frammentazione della coltura dell'olivo nel distretto considerato, in quanto la coltura soffre molto il ristagno idrico.

Dal punto di vista idrografico e idrogeomorfologico, il Tavoliere e i Monti Dauni manifestano una evidente discontinuità rispetto al resto del territorio regionale, dove come noto l'esteso affioramento del basamento calcareo e la sua fessurazione abbinata al carsismo, determina una scarsissima idrografia superficiale.

Il Tavoliere infatti si caratterizza per una fitta rete idrografica superficiale, molti dei quali derivanti per l'appunto dai sovrastanti Monti Dauni. Non a caso, si rilevano qui i principali fiumi pugliesi, o per meglio dire gli unici corsi d'acqua del territorio regionale degni di tale qualifica per lunghezza, ampiezza del bacino e portata. Così, se l'*Ofanto* delimita a sud il distretto, separandolo dall'area murgiana, il *Fortore* chiude la piana a nord, mentre tra gli altri fiumi si ricordano il *Carapelle* e il *Cervaro* (entrambi nelle vicinanze del sito progettuale), e il Candelaro, che nell'area pedemontana garganica raccoglie i vari torrenti che scendono dai Monti Dauni (*Vulgano*, *Salsola*, *Celone*, *Triolo*, tra i principali).

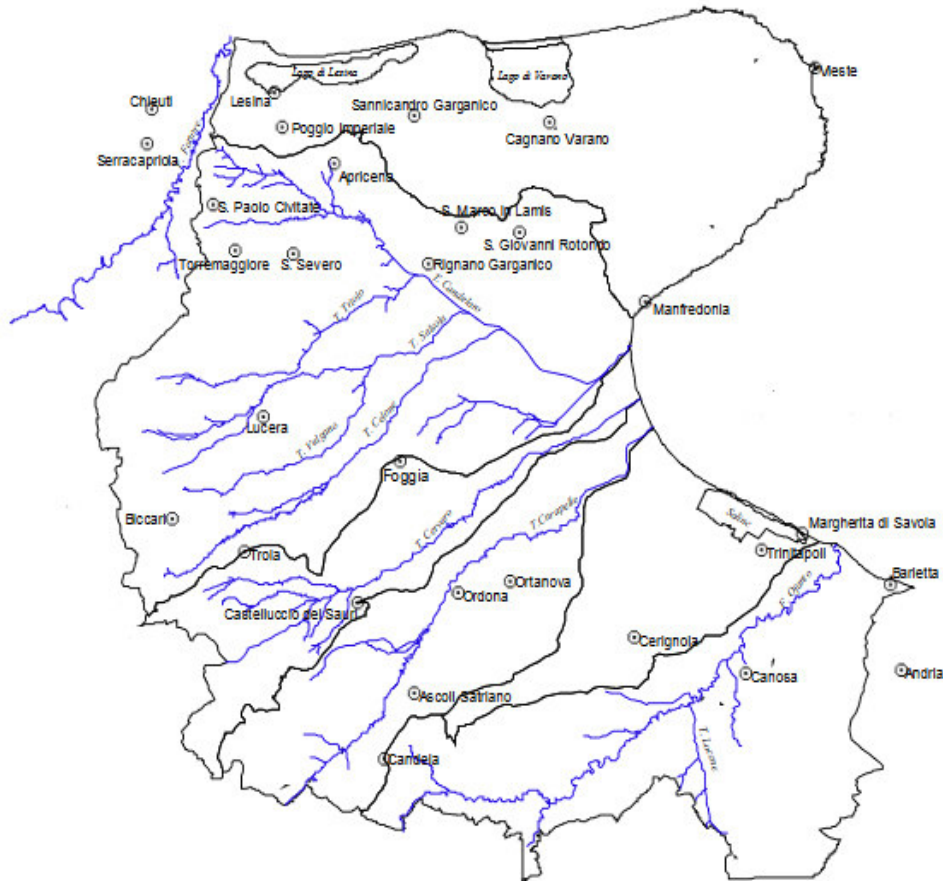


Figura 7 - Il Tavoliere con in evidenza i suoi principali corsi d'acqua (Fonte: Tesi di Laurea R. Masciale, 2002).

Caratteristiche vegetazionali

Il Basso Tavoliere è il settore regionale più avaro per presenza di ambienti naturali e semi-naturali, a causa delle già descritte peculiarità morfo-pedologiche e bioclimatiche, particolarmente adatte alla sostituzione culturale. Seppur l'intero Tavoliere di Foggia appaia critico in tal senso, si rileva come comunque nel Tavoliere Alto inizi a manifestarsi una comparsa (ancora fortemente residuale), di boschi di caducifoglie termofile a dominanza di *Quercus virgiliana*, e lembi di pseudosteppe, risparmiati alla trasformazione culturale nei versanti a maggiore acclività. L'unico episodio di rilievo per la vegetazione spontanea presente nel Basso Tavoliere, è il *Bosco dell'Incoronata*, con i suoi lembi di formazioni forestali igrofile e mesoigrofile lungo il *Cervaro*, oltre che pseudosteppe, garighe e pascoli

arborati. Biondi riferisce la vegetazione spontanea del Tavolier di Foggia, con i suoi substrati alluvionali e suoli limoso-sabbiosi del piano bioclimatico mesomediterraneo subumido, alla *serie neutrobasifila della quercia virgiliana*.

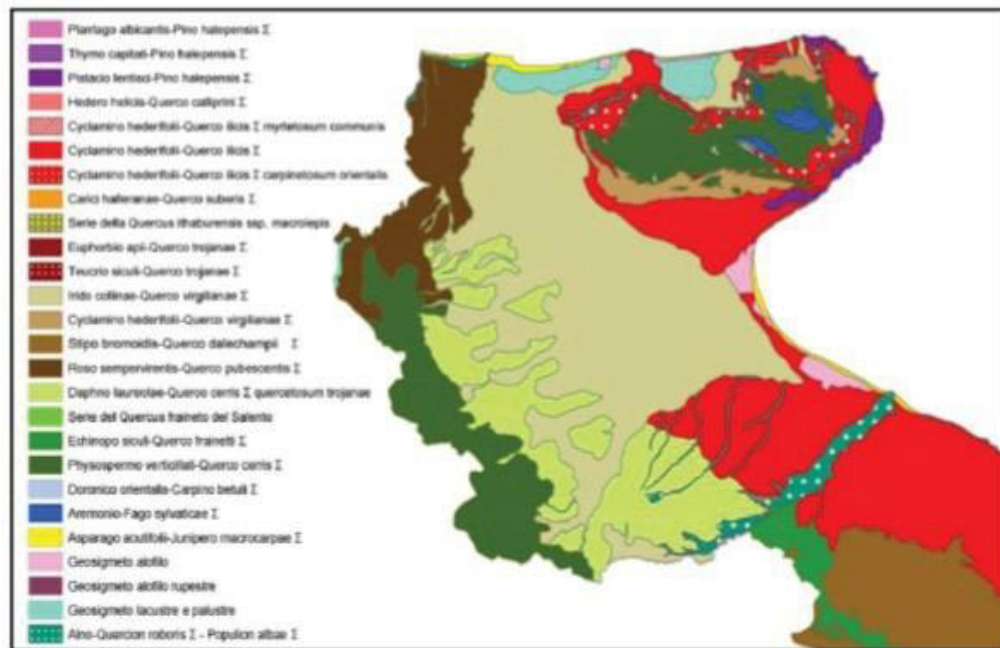


Figura 8—Vegetazione potenziale in provincia di Foggia (Fonte: Blasi *et al.*, 2005).

3. Analisi tecnico-economica (in collaborazione col dott. agr. Filippo Mele)

Interventi previsti

La società proponente ha in previsione di utilizzare la superficie utile non interessata dalle strutture che comporranno il parco fotovoltaico, con colture agrarie, andando così a realizzare il peculiare ibrido impiantistico generalmente definito *agrovoltaico*.

Lo studio in esame ha provveduto alla selezione di colture ritenute consone per l'abbinamento previsto, in considerazione della dimensioni a disposizione nell'impianto, e come detto della pedologia, del bioclimate, della disponibilità idrica presente nel sito, delle principali filiere agricole che caratterizzano il contesto. Le scelte hanno opportunamente considerato considerazioni di natura economica, sviluppate nei relativi bilanci colturali, nonché ulteriori aspetti comunque importanti soprattutto per il contesto in cui l'opera andrà a inserirsi (mitigazione ambientale/paesaggistica dell'opera, miglioramento dei valori di biodiversità, ecc.).

Il contesto normativo e l'opportunità dell'agrovoltaico

Il termine agrovoltaico è stato definito per la prima volta in una pubblicazione scientifica del 2011 partendo da una semplice considerazione di natura termodinamica: la fotosintesi vegetale è un processo intrinsecamente inefficiente nella conversione energetica della luce solare, un rendimento nell'ordine del 3% a fronte di un 15% (all'epoca della pubblicazione, oggi molto di più) di rendimento elettrico del processo fotovoltaico.

Ciò rende l'applicazione fotovoltaica termodinamicamente vantaggiosa in termini di conversione energetica, rispetto alle normali coltivazioni con cui deve integrarsi. Il settore agricolo quindi diventa protagonista della cosiddetta transizione energetica solare, considerando inoltre che la convivenza della produzione energetica con le altre produzioni agricole (colture alimentari, mangimi, materie prime) conduce al miglioramento della redditività del comparto. Attraverso la conoscenza della risposta delle colture alle diverse condizioni di illuminazione, umidità, temperatura in associazione con gli impianti fotovoltaici,

è possibile valutare le combinazioni di fattori più vantaggiose, in particolare alle latitudini più meridionali dove evidentemente l'intensità luminosa non costituisce un fattore limitante.

Il fotovoltaico diventa un alleato ecologico delle altre colture, un alleato economico per la redditività agricola, e non ultimo un alleato per l'accesso agli strumenti di sostegno e ai programmi della PAC (Legambiente, 2020).

Il Piano Strategico Nazionale per lo sviluppo rurale approvato nel 2017, che a breve sarà sostituito dal nuovo, è lo strumento nazionale di programmazione che definisce obiettivi e linee di finanziamento/incentivazione della PAC. Il Piano descrive gli orientamenti in merito alla produzione da fonti rinnovabili e alle problematiche tipiche degli impianti e della loro collocazione, inserendosi negli obiettivi strategici europei per la sostenibilità. In particolare in Italia, in riferimento alla produzione di energia elettrica da fotovoltaico, esso mette in risalto le seguenti criticità.

- *“Le fonti rinnovabili sono, per loro natura, a bassa densità di energia prodotta per unità di superficie investita. Ciò comporta inevitabilmente la necessità di individuare criteri che ne consentano la diffusione in coerenza con le esigenze di contenimento del consumo di suolo e di tutela del paesaggi”.*
- *In merito al consumo di suolo “Il problema si pone in particolare per il fotovoltaico, mentre l'eolico presenta prevalentemente questioni di compatibilità con il paesaggio. Per i grandi impianti fotovoltaici, occorre regolamentare la possibilità di realizzare impianti a terra, oggi limitata quando collocati in aree agricole, armonizzandola con gli obiettivi di contenimento dell'uso del suolo. Sulla base della legislazione attuale, gli impianti fotovoltaici, come peraltro gli altri impianti di produzione elettrica da fonti rinnovabili, possono essere ubicati anche in zone classificate agricole, salvaguardando però tradizioni agroalimentari locali, biodiversità, patrimonio culturale e paesaggio rurale”.*
- *In merito invece alla forte rilevanza del fotovoltaico tra le fonti rinnovabili “Dato il rilievo del fotovoltaico per il raggiungimento degli obiettivi 2030, e considerato che, in prospettiva, questa tecnologia ha il potenziale per una ancora più ampia diffusione, occorre individuare modalità di installazione coerenti con gli obiettivi di riduzione del consumo di suolo”.*
- *Infine, in merito alla necessità di mantenere la fertilità dei suoli attraverso la coltivazione agraria “Potranno essere così circoscritti e regolati i casi in cui si potrà consentire l'utilizzo di terreni agricoli improduttivi a causa delle caratteristiche specifiche del*

suolo, ovvero individuare modalità che consentano la realizzazione degli impianti senza precludere l'uso agricolo dei terreni”.

Oltre a quanto esposto, è importante porre all'attenzione sul progressivo interesse che l'agrovoltaico verosimilmente andrà assumendo, nella particolare contingenza e complicata situazione ambientale. Va altresì considerato, il forte impulso previsto per la produzione energetica da fonti rinnovabili spinta dai vari programmi internazionali in essere, nonché legato alle conseguenze degli ultimi sconvolgimenti geopolitici in corso (crisi russo-ucraina).

Dato che anche l' *energia pulita* non è scevra dal generare impatti (variabili sulla base della tipologia impiantistica), si evidenzia come per la tipologia impiantistica rappresentata dai parchi fotovoltaici a terra, gli impatti principali siano legati all'ubicazione degli stessi essenzialmente in contesti rurali. L'agrovoltaico nasce proprio per limitare gli impatti di un “tradizionale” impianto fotovoltaico a terra. Un altro aspetto importante per comprendere il ruolo strategico che l'agrovoltaico potrebbe assumere (in particolare in determinati contesti), è la riduzione dell'assolazione, aspetto tipico dell'agrovoltaico poiché determinata dall'ombreggiamento dei pannelli sulle colture. In distretti fortemente impattati dal *global warming* (quale lo stesso Tavoliere di Foggia), l'aspetto considerato non può che tradursi in effetti benefici, come già messo in luce da primi specifici lavori scientifici.

Caratteristiche dell'opera in progetto e relative superfici d'ingombro

L'impianto fotovoltaico in oggetto si svilupperà all'interno di un singolo lotto ubicato in territorio di Foggia. Esso sarà provvisto di recinzione, e all'interno dell'area recintata ogni pannello sarà ancorato al suolo con una base in metallo a **2,50 m** di altezza ed avrà possibilità di oscillazione sul montante di ancoraggio rispetto all'orizzontale, per far in modo che essi risultino sempre perpendicolari al sole incidente. La distanza dell'interfilare dei moduli nella loro massima ampiezza (a mezzogiorno) è pari a **5,02 m**.

Nella tabella sottoindicata vengono riportati i valori dimensionali delle distinte destinazioni di superfici che compongono il lotti progettuali. La superficie agricola non occupata dalla proiezione orizzontale del pannello sarà destinata all'utilizzo colturale, con le modalità che saranno approfonditamente descritte nei paragrafi successivi.

Superficie contrattualizzata (lotto + fascia esterna mitigazione) (Sc) (ha)	Superficie Lotti progettuali (Si) (ha)	Superficie delimitata da recinzione (ha)	Superficie destinata alla viabilità (Sv) (ha)	Superficie occupata da moduli, tracker, cabine (St) (ha)	Ground Coverage Ratio (St+ Sv/Sc) %	Superficie agricola utilizzabile (inclusa la fascia esterna di mitigazione) (ha)
32,72,36	31,29,09	31,29,09	1,97,36	25,03,03	82,52	5,71,97

Tabella 3 – Valori complessivi delle dimensioni delle varie superfici nelle particelle progettuali.

La superficie complessiva dell'impianto è pari a **32,72,36 ha**, in gran parte rappresentata dalla superficie del lotto progettuale (**31,29,09 ha**), più la parte dedicata alla superficie agricola esterna (**1,43,27 ha**), che assumerà anche la funzione di mitigazione paesaggistico-ambientale del progetto. L'impianto avrà una *ground coverage ratio* di **82,52%**, derivante dal rapporto tra la superficie occupata da tracker, moduli e cabine (**25,03,03 ha**) sommata alla superficie che sarà destinata alla viabilità da realizzare all'interno del lotto (**1,97,36 ha**), e la superficie complessiva in dotazione dell'impianto.

Il valore complessivo della superficie potenzialmente utilizzabile dalle colture è pari a **5,71,97 ha**, considerando anche la quota esterna alla recinzione per la fascia di mitigazione prima citata. La SAU (Superficie Agricola Utilizzata) totale dell'impianto, risulta dunque così composta.

Superficie Agricola Utilizzabile interna alla recinzione (ha)	Superficie Agricola Utilizzabile esterna alla recinzione (fascia perimetrale esterna alla recinzione) (ha)	Superficie Agricola Utilizzata (SAU) TOTALE (ha)
4,28,70	1,43,27	5,71,97 ha

Tabella 4– Dettaglio della SAU complessiva dell'impianto.

Considerando inoltre che la superficie interna alla recinzione utilizzata per le colture interfilari risente di uno scarto valutato nel 20% per tare varie (fascia di rispetto dai pannelli, prossimità alla recinzione, ecc.), e che essa corrisponde di fatto a 3,4296 ha, anziché

4,2870 ha, la SAU dell'impianto verrà utilizzata come descritto nella tabella successiva. In riferimento al prato di erba medica di cui si dirà approfonditamente più avanti, il dato della superficie relativa comprende la fascia di mitigazione esterna (dove sarà in consociazione dell'oliveto), e il dato della superficie dei pannelli (con lievi arrotondamenti dovuti alla presenza di cabine) poiché esso sarà presente anche sotto i moduli fotovoltaici.

COLTURA		SUPERFICIE (ha)
Oliveto perimetrale		1,4327
Colture interfila (orticole e leguminose)	<i>cima rapa</i>	3,4296
	<i>pisello</i>	3,4296
Prato medica (tutta la superficie tranne l'interfila)		27,29

Tabella 5– Utilizzazione agricola del sito.

Considerazioni tecnico-agronomiche di carattere generale e specificità dell'impianto in oggetto

Nel presente paragrafo sono evidenziate criticità di carattere generale che possono emergere nell'agrovoltaico, in particolare in merito alla *gestione degli spazi, all'ombreggiamento, alla meccanizzazione, alla presenza di cavidotti interrati*, nel caso specifico dell'impianto in oggetto.

L'agricoltura ha da sempre fatto i conti con l'ottimizzazione degli spazi disponibili, al fine di ottenere la massima resa per ettaro, coltivando il numero massimo di piante per l'unità di superficie senza ridurre la produttività per pianta. Ciò è vero a maggior ragione nella consociazione tra colture arboree e colture erbacee o ortive, poiché la chioma degli alberi provoca intercetta parte della radiazione incidente al suolo, così traducendosi in una limitazione per l'attività fotosintetica delle coltivazioni sottostanti. Nell'agrovoltaico si presentano analoghe problematiche per via degli ingombri e dell'ombreggiamento da parte dei moduli fotovoltaici. Nel periodo primaverile-estivo, in particolare nei climi aridi, l'ombreggiamento potrebbe essere vantaggioso per ridurre l'evapotraspirazione, mentre nel periodo autunno-invernale la riduzione dell'intensità luminosa potrebbe creare una riduzione della fotosintesi. Ciò andrebbe a discapito dello sviluppo e della produzione di zuccheri nella pianta, in particolare nelle specie eliofile. Tuttavia, se consideriamo colture foraggere o

colture ortive da foglia il problema è di importanza ridotta: si pensi ad esempio a colture come la lattuga, che per l'attitudine sciafila si sviluppano meglio in condizioni di ombreggiamento. Molte sono le sperimentazioni della coltivazione sotto pannelli fotovoltaici di vari tipi di colture (mais, vite, pomodoro, ecc) in diversi Paesi, e i primi risultati appaiono incoraggianti.

Per quanto riguarda l'eventuale introduzione di macchine agricole per la preparazione del terreno e le varie operazioni colturali, nel sito in esame lo spazio libero tra le strutture (interfilare minimo) di 5 m, è sufficiente a consentire il passaggio di una trattrice di media potenza (75-135 CV) con carreggiata esterna di 2,30 m, passo di 2,50 m e ampio raggio di sterzata, con una barra falciante montata anteriormente oppure con una macchina operatrice portata posteriormente (ad esempio erpice, trinciasarmenti, fresatrice, seminatrice, sarchiatrice). Per quanto riguarda l'introduzione di pettina sgranatrici per la raccolta del prodotto nelle colture da granella, è necessario optare per modelli di ingombro non eccessivo (macchine semoventi simili alle mietitrebbie). L'altezza dal suolo delle operatrici viene regolata dal sollevatore idraulico della trattrice e rientrerebbe negli spazi disponibili, di conseguenza si potrebbero meccanizzare le principali operazioni di preparazione del terreno e colturali (concimazione, controllo delle infestanti, trattamenti fitosanitari). Naturalmente, in fase di passaggio delle macchine l'impianto dovrà essere bloccato in posizione fissa per il tempo necessario alle operazioni colturali. Per quanto riguarda la presenza dei cavidotti interrati, poiché la profondità della posa in opera normalmente è di circa 0,80 m, essa non interferirebbe con le profondità di lavorazione previste che normalmente non superano i 20-30 cm (minimum tillage). In relazione invece agli spazi di manovra a fine corsa (le cosiddette capezzagne), questi dovrebbero essere non inferiori ai 10,00 m tra la fine delle interfile e la recinzione perimetrale del terreno.

Assetti colturali e utilizzazione agricola nel sito in esame e circondario

I suoli dell'area sono tipicamente argilloso-sabbiosi e provengono da alluvioni recenti e attuali, e alluvioni recenti terrazzate di poco superiori agli alvei attuali, di origine continentale, risalenti all'Olocene. Localmente si osservano nell'area plaghe di origine marina di sabbie giallastre pulverulente con concrezioni calcaree, risalenti al Pleistocene. Nel complesso l'area è interessata da suoli fertili, generalmente con buon franco di coltivazione e con scheletro scarso o addirittura nullo. Per quanto esposto, i suoli del Tavoliere risultano ottimali per i seminativi che infatti rappresentano la tipologia colturale dominante nel

distretto, in particolare con colture cerealicole. Importante appare inoltre la quota di seminativi irrigui, tra cui anche colture da rinnovo quali barbabietola e pomodoro, e numerose ortive, queste ultime agevolate dal diffuso reticolo idrografico che si irradia nelle pianure dell'area. Anche se presenti in maniera decisamente più localizzata rispetto ai dominanti seminativi, le colture legnose specializzate giocano un ruolo molto importante nel Tavoliere, testimoniate dalla presenza di numerose produzioni di qualità. Le colture legnose agrarie risultano maggiormente presenti nella porzione meridionale del Tavoliere di Foggia, dove si avvantaggiano di favorevoli condizioni pedologiche determinate anche dall'influenza della vicina valle ofantina. Tra le colture legnose specializzate un ruolo di assoluta rilevanza è assunto dai vigneti, essenzialmente da vino grazie ai prodotti di eccellenza esclusivi dell'area del Tavoliere, quali **San Severo DOC, Cacc'e mitt di Lucera DOC, Orta Nova DOC, Tavoliere delle Puglie DOC, Rosso di Cerignola DOC**. I vigneti sono allevati soprattutto a tendone, molto poco diffuso è l'alberello pugliese, mentre nei nuovi impianti è spesso impiegata la spalliera, che offre notevoli vantaggi in particolare per la meccanizzazione. I vigneti possono usufruire della buona dotazione di acque superficiali che connota il Tavoliere, e spesso sono infatti condotti in irriguo. I vigneti possono usufruire della buona dotazione di acque superficiali che connota il Tavoliere, e spesso sono infatti condotti in irriguo. Tra le varietà più diffuse e tipiche del Basso Tavoliere, si annoverano tra i vitigni a bacca nera soprattutto *Nero di Troia*, seguito da *Montepulciano* e *Aglianico*, tra quelli a bacca bianca *Bombino bianco*, *Trebbiano* e *Malvasia bianca*.

Per quel che concerne invece gli oliveti, tra le cultivar più diffuse nell'area vasta, la *Coratina* diffusa nel vicino Nord-Barese sua area di origine, l'*Ogliarola*, e infine la *Rotondella* tipica dei Monti Dauni.

In quest'ultima parte del paragrafo, dopo le doverose iniziali premesse vengono descritti i principali aspetti colturali dell'agro di Foggia, in cui l'opera andrà ad inserirsi. Il paesaggio colturale dell'agro appare monotono, per la grande diffusione dei seminativi, propria dell'intero Basso Tavoliere. Si rileva come nel contesto si alternino sia seminativi non irrigui, che irrigui, aspetto questo che distingue l'uso del suolo del Basso Tavoliere da quello dell'Alto Tavoliere, dove invece dominano in maniera incontrastato i soli seminativi non irrigui.

Tra i seminativi non irrigui dell'agro sono le colture cerealicole a dominare, in particolare con il frumento, ma importanti sono anche le aliquote destinate all'orzo e l'avena. Tra le colture

ortive spicca il pomodoro, ma localmente diffuse appaiono altre colture come cavolo, finocchio, asparago bianco. Le colture legnose risultano generalmente localizzate, e si osservano soprattutto a ridosso dell'abitato (aspetto questo comune ai centri del Basso Tavoliere), o comunque andando ad interessare quelle plaghe con suoli più favorevoli e più leggeri.

I dati del V° Censimento ISTAT Agricoltura (2000), consentono una più agevole comprensione dell'articolazione delle principali tipologie colturali che concorrono alla formazione della Superficie Agricola Utilizzata, nel territorio di Foggia.

	Seminativi (ha)	Culture legnose agrarie (ha)	Prati e pascoli (ha)	TOTALE Superficie Agricola Utilizzata (SAU) (ha)
FOGGIA	41800,02	4103,60	370,95	46274,57

Tabella 6 – Ripartizione della SAU nell'agro foggiano (Censimento Agricoltura, 2000).

Tra i seminativi, i cereali appaiono dominare nettamente con 34008,43 ha quasi totalmente destinati a frumento (33515,76 ha); le ortive pure interessano ampie porzioni dell'agro, rilevandosi su circa 4000 ha. Tra le colture legnose l'aspetto più diffuso è la vite (2898,50 ha), seguita dall'ulivo che ricopre 1084,68 ha del territorio; infine altri fruttiferi interessano complessivamente meno di 100 ha della superficie comunale.

A completamento di questa disamina sugli aspetti colturali dell'agro foggiano, si ricorda come esso (e anche la porzione direttamente interessata dal sito progettuale) ricada nell'area di produzione dei vini di qualità **Orta Nova DOC**, del **Tavoliere delle Puglie DOC** (anche noto come **Tavoliere DOC**), considerando in particolare quelli più tipici ed esclusivi del distretto. Gli stessi uliveti dell'agro concorrono alla produzione del prodotto di eccellenza olio extra-vergine a Denominazione di Origine Protetta **Dauno**, mezzogiorno geografica **Basso Tavoliere**.

Soluzioni colturali da abbinare alle strutture dell'impianto fotovoltaico

Tenendo conto delle caratteristiche stazionali descritte, degli aspetti di natura tecnico-economica e non ultimo della mancanza di disponibilità irrigua del sito, sono di seguito

illustrate le stime previsionali relative a ricavi e costi annuali della colture (CONTI COLTURALI). Si ricorda come il valore della superficie coltivabile interna alla recinzione risenta del 20% valutato per tare varie (fasce di rispetto dei pannelli, ecc.), rispetto al valore riportato in Tabella 3. Tali tare non vengono considerate solo per le colture da copertura (cover crops), estese sull'intera SAU tranne che in corrispondenza della superficie destinata agli ortaggi.

CONTO COLTURALE DELL' OLIVETO PERIMETRALE

Per la fascia di mitigazione esterna alle recinzioni si riporta nelle tabelle seguenti il conto colturale di un uliveto, ottenuto in base a dati statistici rilevati dai maggiori istituti di statistica ed economia agraria (Istat, Ismea, Rete Rurale Nazionale-Mipaf). Vengono riportati i costi di impianto, i costi di produzione annui (costi di esercizio) e i ricavi annui (PLV).

Nella fattispecie, si è optato per una densità di impianto di 278 piante/ha, utilizzando la cultivar da olio *Coratina*, anche in considerazione dell'assenza di disponibilità irrigua.

COSTI IMPIANTO OLIVETO PERIMETRALE (278 piante/ha)	prezzo unitario	quantità	totale
	(€/ha)	ha	€
<i>lavori preparatori con scasso</i>	1261	1,4327	1806,6347
<i>concimazione di fondo</i>	550	1,4327	787,985
<i>squadatura e picchettamento</i>	599	1,4327	858,1873
	€/pezzo	n. piante tot	totale
<i>piantine</i>	8,05	398	3206,23933
<i>messa a dimora piantine</i>	1,55036	398	617,4937
<i>tutori</i>	1,06	398	421,2138
Totale costi impianto			7697,75383

Tabella 7 – Costi di impianto dell'oliveto perimetrale.

CONTO COLTURALE MEDIO Oliveto perimetrale	prezzo unitario	quantità	totale
	€/ha	ha	€
<i>energia</i>	202	1,4327	289,4054
<i>manodopera</i>	1500	1,4327	2149,05
<i>concimi</i>	161	1,4327	230,6647
<i>fitofarmaci</i>	101	1,4327	144,7027

<i>irrigazione</i>	0	0	0
<i>conto terzi</i>	25	1,4327	35,8175
Totale costi variabili	1989	1,4327	2849,64
<i>ammortamenti</i>	285	1,4327	408,3195
<i>manutenzione</i>	65	1,4327	93,1255
<i>oneri assicurativi</i>	17	1,4327	24,3559
<i>servizi amm.vi</i>	31	1,4327	44,4137
<i>Assistenza fiscale</i>	38	1,4327	54,4426
<i>quote associative</i>	26	1,4327	37,2502
<i>imposte e tasse</i>	77	1,4327	110,3179
Totale costi fissi	539	1,4327	772,2253
Totale costi di produzione (K)			3621,866

Tabella 8 – Costi di produzione dell'oliveto perimetrale.

PLV Oliveto perimetrale	superficie (ha)	ricavo unitario (€/ha)	PLV totale (€)
Ricavi da vendite esclusi contributi	1,4327	3299	4726,4773

Tabella 9 – Ricavi (PLV) dell'oliveto perimetrale.

Nel calcolo dei costi di esercizio si tiene conto dell'ammortamento delle spese di impianto, considerando un tasso di interesse del 2,5 % e una durata economica dell'oliveto pari a 50 anni.

I ricavi riportati sono da considerarsi al netto dei contributi PAC, e si riferiscono alla vendita delle olive.

CONTO COLTURALE PRODUZIONI NELLE INTERFILE TRA I PANNELLI

Nell'interfila tra i moduli fotovoltaici, considerando la mancanza di acqua irrigua, si può optare per un avvicendamento tra colture ortive più esigenti in termini di risorse idriche, (come la cima di rapa(nel periodo autunnale, e leguminose da granella fresca (pisello da industria) nel periodo vernino-primaverile. Entrambe sono colture a ciclo annuale.

In tal modo la coltura ortiva, sfruttando la tipica distribuzione annuale della piovosità mediterranea, può essere condotta secondo le pratiche dell'aridocoltura che consente la coltivazione anche in assenza di irrigazione intervenendo su tre fattori:

- *Sfruttando le precipitazioni naturali attraverso opportune lavorazioni e sistemazioni del suolo;*
- *Riducendo le perdite d'acqua;*
- *Utilizzando colture e tecniche colturali idonee ad una migliore utilizzazione delle risorse disponibili.*

Per favorire la capacità di ritenzione idrica del terreno in esame, di per sé nel contesto considerato già dotato di buona capacità e fertilità come argomentato nella caratterizzazione stazionale proposta nei paragrafi precedenti, è utile l'apporto di sostanza organica e azoto, in questo caso garantita dalla coltivazione della leguminosa nell'avvicendamento.

Un accorgimento utile alla perdita d'acqua per evapotraspirazione, è anche quello di sfruttare la barriera frangivento costituita dai pannelli solari (vantaggio di cui si è già accennato in precedenza) e dalla fitocenosi artificiale perimetrale, che sarà realizzata come misura di mitigazione dell'opera.

Anche la scelta delle colture è importante, infatti colture come le *Brassicaceae* sono molto adattabili e rustiche; tra essi in aridocoltura è impiegata in particolare la cima di rapa precoce di Fasano, (*Brassica rapa* subsp. *sylvestris* var. *esculenta*). Questa varietà a ciclo breve (50-60 gg), seminata ad agosto e raccolta ad ottobre- novembre, è molto richiesta nel mercato pugliese.

Anche le leguminose da granella sono rustiche e non necessitano di particolari cure colturali.

Nel periodo estivo il terreno resta a riposo fino alla risemina su sodo della coltura ortiva.

Per quanto riguarda la cima di rapa (friarielli), si è prevista la semina su sodo con seminatrice meccanica (seminatrice a spaglio o a file) mentre le altre operazioni colturali (scerbatura e raccolta scalare) sono effettuate manualmente.

Invece, come leguminosa da granella si è optato per il pisello (*Pisum sativum*) da raccogliere verde per l'industria (surgelati o conserve). Sia la semina che la raccolta sono meccanizzate (raccolta con pettina-sgranatrice semovente di ingombro ridotto).

Nelle tabelle successive sono illustrati costi e ricavi per le soluzioni proposte nell'interfilare dei pannelli (avvicendamento sulla stessa superficie di cima di rapa e pisello fresco da industria).

I costi di manodopera sono calcolati in base al CPL provincia Foggia (2021), considerando la normale giornata lavorativa di 6,5 ore, mentre i tempi di lavoro sono calcolati in base ad indici medi ordinari di tempo per le per attività agricole tabellari. Le rese sono riferite a dati statistici medi], così come i prezzi di mercato (prezzi medi all'origine franco azienda sulle principali piazze nazionali). Per quanto concerne invece i costi degli interventi colturali che prevedono le macchine agricole, è stato fatto riferimento a listini nazionali di contoterzisti.

COSTI PRODUZIONE cima di rapa in asciutto	quantità	prezzo unitario		superficie	totale
	kg/ha	€/kg	€/ha	ha	€
semente	0,6	26	15,6	3,4296	53,50176
semina meccanica su sodo			96	3,4296	329,2416
	n. ore/ha	€/ora	€/ha	ha	€
manodopera (cure colturali e raccolta)	750	6,7	5025	3,4296	17233,74
totale				3,4296	17616,48

Tabella 10 – Costi di produzione della cima di rapa in asciutto.

PLV Cima di rapa in asciutto	quantità	prezzo unitario		superficie	totale
	kg/ha	€/kg	€/ha	ha	€
	11875	0,67	7956,25	3,4296	27286,76

Tabella 11 – Produzione Lorda Vendibile (PLV) della cima di rapa in asciutto.

COSTI PRODUZIONE pisello fresco da industria in asciutto	quantità	prezzo unitario		superficie	totale
	kg/ha	€/kg	€/ha	ha	€
trinciatura residui coltura precedente			62	3,4296	212,6352
affinamento del terreno (fresatura)			133	3,4296	456,1368
semente	200	0,85	170	3,4296	583,04
semina meccanica su lavorato			63	3,4296	216,0648
	n. ore/ha	€/ora	€/ha	ha	€

raccolta meccanica			216	3,4296	740,79
totale				3,4296	2208,662

Tabella 12 – Costi di produzione del pisello fresco da industria.

PLV pisello fresco da industria in asciutto	quantità	prezzo unitario		superficie	totale
	kg/ha	€/kg	€/ha	ha	€
	3300	0,38	1254	3,4296	4300,718

Tabella 13 – Produzione Lorda Vendibile (PLV) del pisello fresco da industria.

CONTO COLTURALE PRATO ERBA MEDICA DA FORAGGIO (FIENO)

Su tutta la superficie agricola utilizzabile del sito (anche al di sotto dei moduli fotovoltaici), esclusa l'interfila tra i pannelli, è possibile ipotizzare la semina di colture dette cover crops, leguminose foraggere autoriseminanti che, grazie alle loro caratteristiche ecologiche e produttive sono in grado di assolvere a molteplici funzioni, Tra queste si evidenziano soprattutto:

- miglioramento della fertilità del suolo e la sua protezione dall'erosione e dal dilavamento;-incremento la conservazione ed il riciclo degli elementi nutritivi;-
- controllo di patogeni, insetti ed erbe infestanti;-
- produzione di foraggio di ottima qualità;
- offerta di foraggio in un periodo dell'anno usualmente carente di alimenti per il bestiame (come conseguenza del loro particolare ciclo vegetativo autunno – primaverile).

Inoltre, esse hanno il pregio di essere adattabili a situazioni climatiche difficili, di avere una bassa richiesta di input energetici (autosufficienza nei riguardi dell'azoto) e di persistere sulla stessa superficie per più anni grazie al meccanismo dell'autorisemina.

Tra le leguminose pratensi autoriseminanti più conosciute vi sono la sulla (*Hedysarum coronarium*), l'erba medica (*Medicago sativa*), il trifoglio (*Trifolium* sp.), la lupinella (*Onobrychis viciifolia*), il ginestrino (*Lotus corniculatus*), la veccia (*Vicia sativa*), la vigna (*Vigna unguiculata*). Tra esse, l'erba medica è considerata la regina delle foraggere grazie alla elevata appetibilità, all'elevato contenuto in sostanze nutritive, in particolare proteine (22% s.s. nel foraggio fresco) ed estrattivi inazotati (43% s.s. nel foraggio fresco), e alla elevata produttività (quantità di biomassa foraggera/ha). La sulla è particolarmente

resistente alla siccità, adattabile e rustica, tanto che si trova spesso spontanea nelle praterie mediterranee.

Si riporta testualmente parte di uno studio sull'utilità delle cover crops (Barrile, 2011): *“Le situazioni monoculturali dell'agroecosistema odierno non soddisfano questa basilare condizione di sostenibilità, semplicemente perché ogni singola coltura ha un suo ciclo vegetativo e produttivo limitato ad una sola stagione dell'anno, con le specie microterme che si sviluppano dall'autunno alla primavera e quelle macroterme che invece si sviluppano dalla primavera all'autunno. La condizione ideale per garantire una continua copertura di suolo può attuarsi solamente associando almeno due colture sul campo coltivato (consociazione) che abbiano cicli colturali complementari, in modo da garantire una copertura ed un accumulo di biomassa lungo tutto il corso dell'anno. Si tratta di organizzare un sistema, la cui strategia è quella di utilizzare al massimo le risorse dello stesso, sia fisiche che biologiche. Una più integrale utilizzazione delle risorse naturali del sistema (radiazione solare, acqua di precipitazione, azoto atmosferico, organismi in genere, etc.) comporta un maggiore equilibrio e una maggiore autonomia dell'agroecosistema e quindi una riduzione degli input di energia esterna e dei rischi ambientali e sanitari connessi al loro uso. Le componenti del sistema colturale che sono introdotte in modo da garantire sia una maggiore copertura del suolo, che maggiore conversione delle risorse naturali in biomassa vegetale sono definite “cover crops” ed hanno il compito di contribuire alla sostenibilità del sistema colturale.*

Se a livello aziendale la coltivazione delle cover crops comporta un minor impiego di mezzi tecnici quali concimi e fitofarmaci, a livello sociale i vantaggi riguardano più direttamente l'intera collettività, basti pensare al problema della protezione delle acque sotterranee dai nitrati di origine agricola ed extra agricola. Le cover crops contribuiscono a migliorare la fertilità del suolo attraverso l'aumento del contenuto in sostanza organica la quale, come è noto, influenza positivamente, le caratteristiche fisiche, chimiche e biologiche del terreno nonché la fertilità potenziale, In linea generale, esse contribuiscono a preservare le barriere opposte dalle specie coltivate (cuticole, cere, microrganismi antagonisti presenti sul filloplano) all'ingresso di alcuni patogeni, proteggendole dal vento o dall'effetto debilitante di alcune pratiche agronomiche. Le cover crops sono in grado di attirare e migliorare il grado di biodiversità permettendo la sopravvivenza di numerosi insetti utili (coccinellidi, sirfidi, crisopidi) capaci di predare quelli nocivi; esse ad esempio offrono rifugio e alimento a molte specie predatrici di acari, afidi e aleurodidi dannosi, diffusi nelle aree agrumicole. Possono

essere sovesciate (green manure), utilizzate come pacciami (mulch) o lasciate crescere sino a conclusione del loro ciclo biologico, come "living mulch".

Di seguito si riporta il conto colturale relativo alla superficie da investire a leguminose foraggere autoriseminanti nel sito di interesse, optando per l' erba medica (*Medicago sativa*). L'impiego di tali colture nell'impianto è previsto sia in consociazione con l'oliveto perimetrale, che da sole al di sotto dei pannelli fotovoltaici.

Come si può dedurre dalle riflessioni in precedenza riportate, la cover crop utilizzata consentirà di ridurre i costi di esercizio grazie al suo apporto di sostanze nutritive, riducendo i fabbisogni di fertilizzanti della coltura principale.

COSTI di impianto prato erba medica	quantità	prezzo unitario		superficie	totale
	kg/ha	€/kg	€/ha	ha	€
erpicoltura leggera del terreno			47	27,2901	1282,635
semente	30	2,75	82,5	27,2901	2251,433
semina meccanica			96	27,2901	2619,85
Totale			56	27,2901	6153,92

Tabella 14a – Costi di impianto del medicaio.

COSTI produzione fieno erba medica	quantità	prezzo unitario		superficie	totale
	kg/ha	€/kg	€/ha	ha	€
falciatura			56	27,2901	1528,246 (due volte l'anno)
pressatura tradizionale in balle maneggiabili (40 kg/cad)	n. balle/ha	tot balle	€/cad		
	220	6003,822	0,81	27,2901	4863,096 (due volte l'anno)
ammortamento costo impianto in 5 anni					1324,323
Totale					14107,01

Tabella 14b – Costi annuali produzione di fieno (da erba medica).

PLV fieno da prato erba	quantità	prezzo unitario	superficie	totale
-------------------------	----------	-----------------	------------	--------

medica	q/ha	€/q	€/ha	ha	€
	88	13,886	1221,968	27,2901	33347,63

Tabella 15 – PLV prato erba medica.

Nel calcolo dei costi di esercizio si tiene conto dell'ammortamento delle spese di impianto considerando un tasso di interesse del 2,5% e una durata economica del medicaio di 5 anni. Il medicaio normalmente ha una durata economica di cinque anni, per cui i costi di impianto sono ammortizzabili in tale periodo di tempo e sono inclusi nei costi annuali di produzione come quota di ammortamento. Considerando due sfalci l'anno, i costi delle operazioni colturali per la raccolta sono da considerare due volte nel calcolo dei costi di produzione (due volte costo della falciatura e costo della pressatura), da cui deriva il totale indicato nella tabella 14b.

Per quanto riguarda la resa in fieno si fa riferimento al dato medio nazionale 2015-2019, considerando 2 sfalci/anno.

QUADRO SINTETICO DELL'UTILIZZAZIONE AGRICOLA DEL SITO

Di seguito si riporta la sintesi di costi di produzione e ricavi ipotizzati per l'utilizzazione agricola del sito in esame.

COLTURE		SUPERFICIE (ha)	PLV (€)	K (€)	PLV-K (€)
oliveto perimetrale		1,4327	4726	3622	1104
colture interfila	<i>cima rapa</i>	3,4296	27287	17616	9671
	<i>pisello</i>	3,4296	4301	2209	2092
prato medica		27,2901	33348	14107	19241
Totale			39112	24631	32108

Tabella 16 – Sintesi ricavi (PLV) – costi (K).

Dalla differenza tra il totale dei ricavi e dei costi, si ottiene dunque un interessante margine economico positivo annuo (**32108 euro**) proveniente dalle colture agrarie, a conferma anche della convenienza economica della consociazione di attività agro/pastorali realizzata nell'agrovoltico.

4. Conclusioni

L'adozione della pratica impiantistica ibrida definita *agrovoltaico*, appare più che mai consona in contesti territoriali quali quello del Tavoliere di Foggia, in cui si localizza l'impianto oggetto della presente analisi.

L'agrovoltaico consente infatti di mitigare gli impianti paesaggistici e ambientali di un impianto fotovoltaico, in particolare in distretti dalla forte e storica tradizione rurale quale quello considerato.

Non solo, in aree caldo-aride (e in particolare in quei territori resi ancor più tali dal *global warming*), l'ombreggiamento offerto alle colture dai pannelli, può rappresentare addirittura un vantaggio.

Se poi, come è stato fatto nella scelta delle colture da abbinare ai moduli e strutture elettriche nell'impianto in esame, l'individuazione delle colture mira anche al raggiungimento di obiettivi quali il miglioramento delle condizioni ambientali del sistema (come accade nel caso della *cover crop* qui impiegata), le opportunità derivanti dall'agrovoltaico rispetto ad un impianto fotovoltaico classico, possono estendersi all'intero contesto interessato.

Marzo 2022

Dott. For. Rocco Carella



BIBLIOGRAFIA

Barrile V. 2011 - *Ruolo di leguminose annuali autoriseminanti in ambiente mediterraneo*. Tesi di Dottorato, Università degli Studi di Catania.

Bocchi S., Spigarolo R. & Ronzoni S., 2018 - *Produzioni vegetali, vol. B*. Mondadori: 275-394.

CREA (Consiglio per la Ricerca in Agricoltura e l'analisi dell'economia agraria), 2018 - *Annuario dell'agricoltura italiana*: 208.

Legambiente, 2020 – *Dossier Agrivoltaico: le sfide per un'Italia agricola e solare*.

Masciale R., 2003 – Caratteri idrogeologici del Tavoliere di Puglia e stato ambientale della falda superficiale della falda superficiale nell'area compresa tra il F. Fortore e il T. Cervaro. Tesi di laurea.

MIPAAF, Rete Rurale Nazionale 2007-2013 - *Atlante del Territorio Rurale, Dossier di Foggia*.

Pignatti S., 2002 - *Flora d'Italia*, Voll. I-III. Edagricole.

Provincia di Foggia, 2008 - *PTCP della Provincia di Foggia*.

Simoni G., 2020 – *Agro-fotovoltaico: condizioni essenziali e vantaggi per gli operatori agricoli ed energetici*. QualEnergia 2020 (1): 46-49.

Pagine web consultate per le elaborazioni dei Conti economici

- Unità di costo standard, Fonte Ismea Mipaf- PSR 2014-2020, elab. Rete Rurale Nazionale
- <https://www.reterurale.it/flex/cm/pages/ServeBLOB.php/L/IT/IDPagina/22427>
- <https://www.reterurale.it/flex/cm/pages/ServeBLOB.php/L/IT/IDPagina/22376>

Studio ambientale-forestale Rocco Carella

roccocarella@yahoo.it carellarocco@pec.it Tel. 3760819533

- Tabella paga operai agricoli comuni a tempo determinato – CPL provincia Foggia – 2021
- Indici medi ordinari di tempo e reddito da lavoro per le per attività agricole ALLEGATO B DGR nr. 1450 del 08 ottobre 2019 – Veneto
- http://dati.istat.it/Index.aspx?DataSetCode=DCSP_COLTIVAZIONI#
- <https://www.ismeamercati.it/flex/cm/pages/ServeBLOB.php/L/IT/IDPagina/5389>
- <https://www.apimaie.it/wp-content/uploads/2019/07/ListinoPrezzi-APIMAIE2019.pdf>
- Resa: Dato nazionale 2015-2019 (Erba medica), Consultazione pubblica rese benchmark, SIAN