



REGIONE PUGLIA



PROVINCIA DI LECCE



COMUNE DI NARDÒ

## AGROVOLTAICO "MARAMONTI"

Progetto per la costruzione e l'esercizio di un impianto agrovoltico per la produzione di energia elettrica da fonte fotovoltaica e delle relative opere ed infrastrutture connesse, della potenza elettrica di 67,275 MW DC e 66,000 MW AC, con contestuale utilizzo del terreno ad attività agricole di qualità, apicoltura e attività sociali, da realizzare nel Comune di Nardò (LE) in località "Maramonti"

### PROGETTO DEFINITIVO

Proponente dell'impianto FV:

**ILOS**

INE Nardò srl  
A Company of ILOS New Energy Italy

**INE NARDÒ S.r.l.**

Piazza di Sant'Anastasia, n.2, 00186 Roma (RM)  
PEC: inenardosrl@legalmail.it

Gruppo di progettazione:

Ing. Angela Cuonzo - studio d'impatto ambientale e analisi territoriale

Geom. Donato Lensi - studio d'impatto ambientale e rilievi topografici

Ing. Giovanni Montanarella - progettazione generale e progettazione elettrica

Ing. Salvatore Di Croce - progettazione generale, studi e indagini idrologiche e idrauliche

Dott. Arturo Urso - studi e progettazione agronomica

Dott. Geologo Baldassarre Franco La Tessa - studi e indagini geologiche, geotecniche e sismiche

Dott.ssa Archeologa Paola Guacci - studi e indagini archeologiche

Proponente del progetto agronomico e  
Coordinatore generale e progettazione:

**m2  
energia**  
ENERGIE  
RINNOVABILI

**M2 ENERGIA S.r.l.**

Via C. D'Ambrosio n. 6, 71016, San Severo (FG)  
m2energia@gmail.com - m2energia@pec.it  
+39 0882.600963 - 340.8533113

Elaborato redatto da:

Dott. Agr. Arturo Urso

Ordine dei Dottori Agronomi e Forestali - Provincia di Catania - n. 1280

Spazio riservato agli uffici:

<b>PD</b>	Titolo elaborato:					Codice elaborato
	Programma di sperimentazione e sviluppo della tecnologia agrovoltica nell'area di intervento					PD04_01
N. progetto: LE0Na01	N. commessa:	Codice pratica:	Protocollo:	Scala: -	Formato di stampa: A4	
Redatto il: 16/12/2020	Revis. 01 del: 29/08/2021	Revis. 02 del:	Revis. 03 del:	Verificato il: 24/11/2021	Approvato il: 24/11/2021	Nome_file o Identificatore: LE0Na01_PD04_01



**INE Nardò S.r.l.**

**Impianto agro-fotovoltaico da 67,275 MWp**

Comune di Nardò (LE) – Località Maramonti

**Programma di sperimentazione e sviluppo della tecnologia  
agrovoltaica nell'area di intervento.**



**INDICE**

<b>1</b>	<b>IL CONTESTO NORMATIVO .....</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>IL PROGETTO .....</b>	<b>7</b>
2.1	Descrizione tecnica.....	7
2.2	Fasce arboree perimetrali ed elementi di mitigazione .....	10
<b>3</b>	<b>DESCRIZIONE DEL SITO E DELLO STATO DEI LUOGHI .....</b>	<b>11</b>
3.1	Ubicazione dell’appezzamento .....	11
3.2	Clima.....	12
3.3	Caratteristiche pedologiche del sito in esame .....	12
3.3.1	<i>Carta Uso Suolo con Classificazione CLC</i> .....	13
3.3.2	<i>Capacità d’uso del suolo delle aree di impianto (Land Capability Classification)</i> .....	13
3.4	Stato dei luoghi e colture praticate.....	16
3.5	Risorse idriche .....	17
<b>4</b>	<b>CARATTERISTICHE DELL’AGROVOLTAICO E STATO DELLA RICERCA .....</b>	<b>18</b>
4.1	Il Sistema Agrovoltaiico .....	18
4.2	Meccanizzazione e spazi di manovra .....	22
4.3	Gestione del suolo.....	23
4.4	Studi sull’ombreggiamento .....	24
4.5	Presenza di cavidotti interrati .....	25
<b>5</b>	<b>PRINCIPALI PROBLEMATICHE AFFRONTATE NELLA DEFINIZIONE DEL PIANO CULTURALE ....</b>	<b>26</b>
5.1	Gestione del suolo.....	26
5.2	Ombreggiamento .....	27
5.3	Meccanizzazione e spazi di manovra .....	27
5.4	Presenza di cavidotti interrati .....	28
<b>6</b>	<b>LA DEFINIZIONE DEL PIANO CULTURALE .....</b>	<b>29</b>
6.1	Valutazione delle colture praticabili nell’area e superfici dedicate.....	29
6.1.1	<i>Copertura con manto erboso</i> .....	30
6.1.2	<i>Colture aromatiche ed officinali in asciutto</i> .....	32
6.2	Fasce arboree perimetrali .....	33
6.2.1	<i>Olivo</i> .....	33
6.2.2	<i>Mandorlo</i> .....	34
6.2.3	<i>Ficodindia (Opuntia ficus indica)</i> .....	36

6.3	Sperimentazione su colture arboree.....	38
6.3.1	<i>Mango (Mangifera indica)</i> .....	39
6.3.2	<i>Avocado (Persea americana)</i> .....	41
6.3.3	<i>Melograno (Punica granatum)</i> .....	43
6.4	Attività apistica e produzione mellifera (dal 3° anno di attività).....	45
<b>7</b>	<b>MANODOPERA E MEZZI DA IMPIEGARE NELL'ATTIVITÀ AGRICOLA</b> .....	<b>46</b>
7.1	Incremento nel fabbisogno di manodopera e risvolti positivi nell'occupazione.....	46
7.2	Mezzi agricoli necessari per la corretta gestione dell'attività agricola.....	46
<b>8</b>	<b>COSTI DI REALIZZAZIONE DEI MIGLIORAMENTI FONDIARI</b> .....	<b>50</b>
<b>9</b>	<b>COSTI DI GESTIONE E RICAVI ATTESI</b> .....	<b>52</b>
9.1	Produzioni Lorde Standard (PLS).....	52
9.2	Colture arboree.....	52
9.2.1	<i>Ulivo</i> .....	52
9.2.2	<i>Mandorlo</i> .....	53
9.3	Colture erbacee.....	53
<b>10</b>	<b>CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE</b> .....	<b>54</b>
	<b>Bibliografia</b> .....	<b>55</b>
	<b>Siti internet consultati</b> .....	<b>55</b>

## ALLEGATI

Tavola 01	Planimetria dell'area con l'identificazione delle colture attualmente praticate
Tavola 02	Planimetria dell'area con l'identificazione del piano culturale durante l'esercizio dell'impianto fotovoltaico

## 1 IL CONTESTO NORMATIVO

La Direttiva 2009/28 del Parlamento europeo e del Consiglio, recepita con il Decreto Legislativo n. 28 del 3 marzo 2011, assegna all'Italia due obiettivi nazionali vincolanti in termini di quota dei Consumi Finali Lordi di energia coperta da fonti rinnovabili (FER) al 2020; il primo, definito *overall target*, prevede una quota FER sui CFL almeno pari al 17%; il secondo, relativo al solo settore dei Trasporti, prevede una quota FER almeno pari al 10%.

Con riferimento all'*overall target*, il successivo Decreto 15 marzo 2012 del Ministero dello Sviluppo Economico (c.d. decreto *Burden sharing*) fissa il contributo che le diverse regioni e province autonome italiane sono tenute a fornire ai fini del raggiungimento dell'obiettivo complessivo nazionale, attribuendo a ciascuna di esse specifici obiettivi regionali di impiego di FER al 2020.

In questo quadro, il Decreto 11 maggio 2015 del Ministero dello Sviluppo Economico, nell'articolo 7, attribuisce al GSE, con la collaborazione di ENEA, il compito di predisporre annualmente “[...] un rapporto statistico relativo al monitoraggio del grado di raggiungimento dell'obiettivo nazionale e degli obiettivi regionali in termini di quota dei consumi finali lordi di energia da fonti rinnovabili, a livello complessivo e con riferimento ai settori elettrico, termico e dei trasporti”.

Secondo il rapporto periodico del GSE “Fonti rinnovabili in Italia e in Europa” riferito all'anno 2018, pubblicato nel mese di febbraio 2020, tra i cinque principali Paesi UE per consumi energetici complessivi, l'Italia registra nel 2018 il valore più alto in termini di quota coperta da FER (17,8%). A livello settoriale, nel 2018 in Italia le FER hanno coperto il 33,9% della produzione elettrica, il 19,2% dei consumi termici e, applicando criteri di calcolo definiti dalla Direttiva 2009/28/CE, il 7,7% dei consumi nel settore dei trasporti.

Su un altro rapporto del GSE, dal titolo “Fonti rinnovabili in Italia e nelle Regioni – Rapporto di monitoraggio 2012-2018” pubblicato nel mese di luglio 2020 si può osservare come, nel 2018, la quota dei consumi finali lordi complessivi coperta da FER sia pari al 17,8%. Si tratta di un valore superiore al target assegnato all'Italia dalla Direttiva 2009/28/CE per il 2020 (17,0%), ma in flessione rispetto al 2017 (18,3%). Tale dinamica è il risultato dell'effetto di due trend opposti: da un lato, la contrazione degli impieghi di FER, al numeratore del rapporto percentuale, legata principalmente alla riduzione degli impieghi di biomassa solida per riscaldamento nel settore termico (il 2018 è stato un anno mediamente meno freddo del precedente) e alla minore produzione da pannelli solari fotovoltaici nel settore elettrico (principalmente per peggiori condizioni di irraggiamento); dall'altro, l'aumento dei consumi energetici complessivi, al denominatore del rapporto percentuale, che ha riguardato principalmente i consumi di carburanti fossili per autotrazione (gasolio, benzine) e per aeroplani (carboturbo).

In Italia tra il 2005 e il 2018 i consumi di energia da FER in Italia sono raddoppiati, passando da 10,7 Mtep (Mega tonnellate equivalenti di petrolio) a 21,6 Mtep. Si osserva, al contempo, una tendenziale diminuzione dei consumi finali lordi complessivi (CFL), legata principalmente agli effetti della crisi economica, alla diffusione di politiche di efficienza energetica e a fattori climatici.

A questi dati nazionali, ogni regione ha contribuito in maniera differente. Ovviamente, ciò è causato dalla differenziazione geografica degli impianti: il 76% dell'energia elettrica prodotta da fonte idrica, ad esempio, si concentra in sole sei Regioni del Nord Italia. Allo stesso modo sei Regioni del Sud Italia possiedono il 90% dell'energia elettrica prodotta da eolico. Gli impianti geotermoelettrici si trovano esclusivamente nella Regione Toscana, gli impieghi di bioenergie e il solare termico si distribuiscono principalmente nel Nord Italia.

Tuttavia, la produzione di energia da fonte rinnovabile non è esente da problematiche, anche di carattere ambientale. Per questo motivo l'attuale Strategia Energetica Nazionale, con testo approvato in data 10 novembre 2017, alle pagine 87-88-89 (*Focus Box: Fonti rinnovabili, consumo di suolo e tutela del paesaggio.*), descrive gli orientamenti in merito alla produzione da fonti rinnovabili e alle problematiche tipiche degli impianti e della loro collocazione. In particolare, per quanto concerne la produzione di energia elettrica da fotovoltaico, si fa riferimento alle caratteristiche seguenti:

- Scarsa resa in energia delle fonti rinnovabili. “Le fonti rinnovabili sono, per loro natura, a bassa densità di energia prodotta per unità di superficie necessaria: 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 paesaggio.”
- Consumo di suolo. “Quanto 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”.
- Forte rilevanza del fotovoltaico tra le fonti rinnovabili. “Dato il rilievo del fotovoltaico per il raggiungimento degli obiettivi al 2030, e considerato che, in prospettiva, questa tecnologia ha il potenziale per una ancora più ampia diffusione, occorre individuare **modalità di installazione coerenti con i parimenti rilevanti obiettivi di riduzione del consumo di suolo [...]**”.
- Necessità di coltivare le aree agricole occupate dagli impianti fotovoltaici al fine di non far perdere fertilità al suolo. “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 [...]**”.

## 2 IL PROGETTO

Il progetto prevede l'installazione di un impianto agro-voltaico da 67 MW di potenza nominale, composto da n. 2.250 tracker da n. 52 moduli ciascuno, per un totale di 117.000 pannelli installati. Il tracker solare è un dispositivo meccanico automatico il cui scopo è quello di orientare il pannello fotovoltaico nella direzione dei raggi solari, ottimizzando così l'efficienza energetica. Ogni tracker sarà sorretto da n. 5 paletti pressoinfissi nel terreno per una profondità di 1,50 m senza dover ricorrere all'uso di fondazioni in cemento in modo da non sottrarre terreno coltivabile, e distanti tra loro circa 7,00 m, mentre tra una fila e l'altra avranno interasse di 9,00 m, in maniera tale da consentire il passaggio di piccoli mezzi agricoli per la lavorazione del terreno sottostante o di greggi di ovini nel caso si decida di dedicare alcune aree sottostanti al pascolo.

I pannelli saranno di tipo monocristallino disposti in direzione est-ovest in modo da inseguire il sole durante l'intero percorso lungo la volta celeste e massimizzare la produzione di energia.

Gli inseguitori solari saranno di tipo monoassiale, cioè dispositivi che inseguono le radiazioni solari ruotando intorno al proprio asse, portando il pannello, nella fase di inclinazione massima, ad una distanza minima dal terreno di 50,0 cm con un conseguente sveltamento del lato opposto fino a circa 4,50 m dal suolo.

L'impianto è diviso in 15 sottocampi, 8 nel lotto a nord della strada comunale e 7 nel lotto a sud. Questo comporterà l'installazione anche di 15 cabine di campo o di raccolta, in ciascuna delle quali convergeranno i cavi provenienti da 300 stringhe di pannelli, per una potenza di 4,485 MW, e dove l'energia prodotta da ciascun sottocampo sarà innalzata tramite un trasformatore BT/MT.

Il collegamento dell'impianto alla rete elettrica nazionale avverrà tramite un cavidotto in MT interrato che, partendo dalla cabina di consegna posta all'interno del perimetro d'impianto, percorrerà la viabilità locale per una lunghezza di circa 12,0 km fino alla sottostazione 30/150 kW che verrà realizzata in località "San Vito".

### 2.1 Descrizione tecnica

L'impianto fotovoltaico verrà realizzato utilizzando inseguitori monoassiali, al fine di massimizzare la produzione e le ore di produzione, su cui saranno posizionati i pannelli fotovoltaici ciascuno con una potenza nominale pari a 495 Wp.

Il numero di pannelli fotovoltaici da installare è pari a 117.000 pannelli e la loro potenza nominale complessiva è pari a 67,00 MW; essi verranno installati su 2.250 stringhe composte ciascuna da 52 moduli collegati in serie e montati su una unica struttura, denominata "tracker", avente asse di rotazione orizzontale.

Come si evince dal layout, la disposizione dei pannelli e delle strutture di sostegno è stata ottimizzata tenendo in considerazione la presenza delle reti infrastrutturali sul sito di progetto.

Il progetto prevede la realizzazione di cabine elettriche di raccolta e trasformazione dell'energia elettrica interne alle aree di centrale ubicate in prossimità dei percorsi della viabilità interna all'impianto; precisamente è prevista la realizzazione di n. 15 cabine di trasformazione.

La viabilità interna all'impianto, da realizzare per le opere di costruzione e manutenzione dello stesso, sarà utilizzata anche per il passaggio dei cavidotti interrati per la:

- Rete elettrica interna alle aree di centrale a 30 kV tra le cabine elettriche e da queste alla sottostazione esternamente alle aree di centrale;

- Rete telematica interna di monitoraggio in fibra ottica per il controllo dell'impianto fotovoltaico mediante trasmissione dati via modem o satellitare;
- Rete elettrica interna a bassa tensione per l'alimentazione dei servizi ausiliari di centrale (movimentazione tracker, controllo, illuminazione).

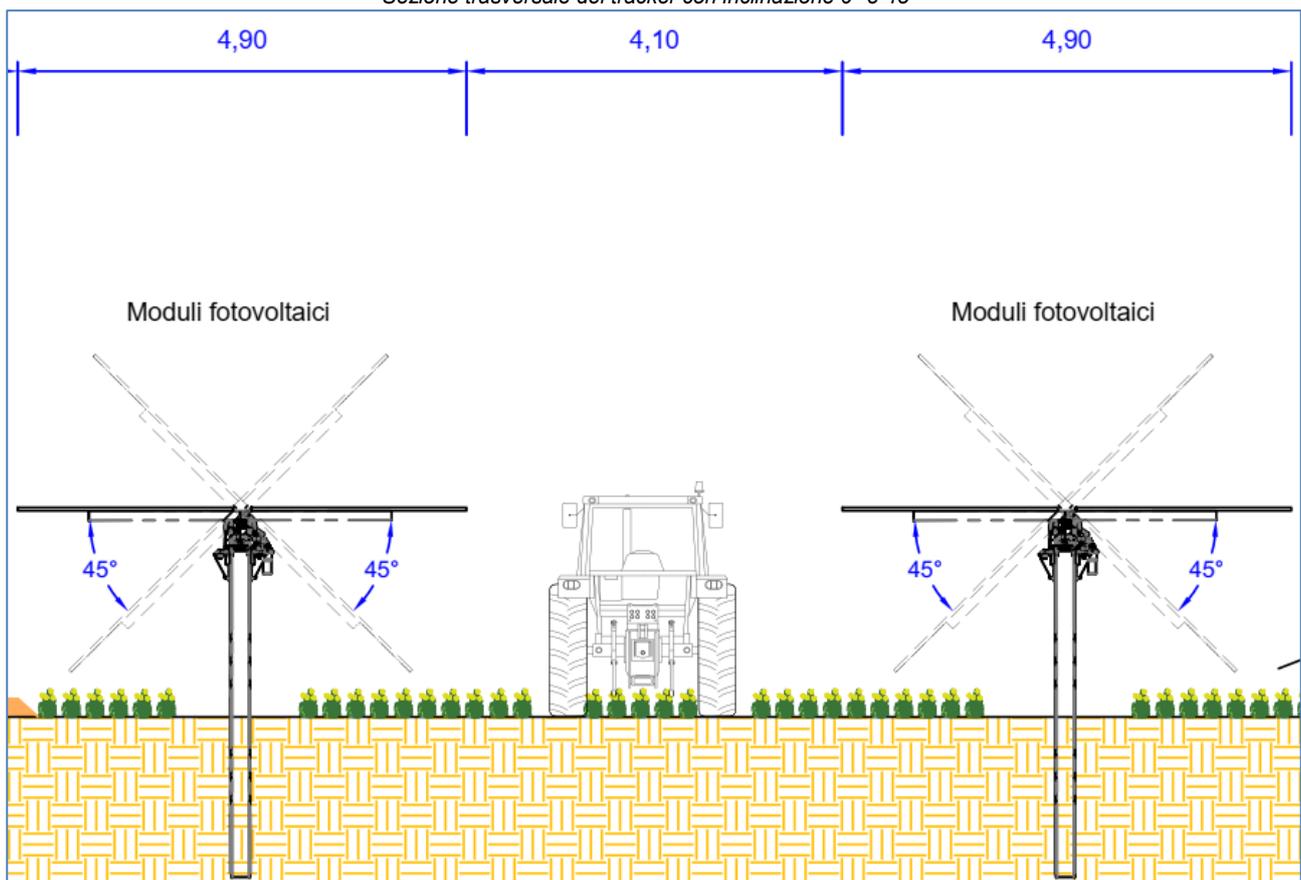
L'impianto in progetto, del tipo ad inseguimento monoassiale (inseguitori di rotolito), prevede l'installazione di strutture di supporto dei moduli fotovoltaici (realizzate in materiale metallico), disposte in direzione Nord-Sud su file parallele ed opportunamente spaziate tra loro (interasse di 9,00 m), per ridurre gli effetti degli ombreggiamenti. I moduli ruotano sull'asse da Est a Ovest, seguendo l'andamento giornaliero del sole. L'angolo massimo di rotazione dei moduli di progetto è di +/- 55°. L'altezza dell'asse di rotazione dal suolo è pari a 2,50 m.

Lo spazio libero minimo tra una fila e l'altra di moduli, quando questi sono disposti parallelamente al suolo (ovvero nelle ore centrali della giornata), risulta essere elevato, pari a 4,10 m, mentre l'altezza minima al suolo risulta essere pari a 0,50 m quando l'inclinazione dei moduli è di +/-55°.

L'ampio spazio disponibile tra le strutture, come vedremo in dettaglio ai paragrafi seguenti, fanno in modo che non vi sia alcun problema per quanto concerne il passaggio di tutte le tipologie di macchine trattrici ed operatrici in commercio.

**Figura 2.1. Sezione trasversale delle strutture da installare**

*Sezione trasversale dei tracker con inclinazione 0° e 45°*



Il tracker è sorretto da 5 montanti, realizzati con profili in acciaio S 355 JR zincato a caldo, infissi nel terreno ad una profondità variabile tra 1,5 metri e 2,0 metri, a seconda della pendenza del terreno

e delle caratteristiche geomorfologiche del terreno.

La profondità di infissione nel terreno sarà valutata per ogni singola struttura e verrà definita in fase di progettazione esecutiva, in seguito alle prove di carico ed alle verifiche di tenuta allo sfilaggio dei montanti. Per quanto concerne l'ancoraggio dei montanti al terreno si precisa che il progetto non prevede la realizzazione di fondazioni in calcestruzzo armato o di altro tipo.

I montanti verranno infissi nel terreno mediante l'impiego di attrezzature battipalo; in alternativa possono essere utilizzati quali montanti pali del tipo "a vite".

Il sistema di ancoraggio al terreno previsto riduce al minimo l'impatto ambientale generato dal sistema di fondazione; inoltre con tale tecnica si semplificano e si facilitano le operazioni di dismissione delle strutture.

L'asse di rotazione orizzontale del tracker, realizzata con profili in acciaio zincati a caldo, è ancorata ai montanti tramite un apposito sistema "poli - cuscinetto" che le consente il movimento monoassiale e sostiene la struttura della vela.

L'asse di rotazione è molto vicino all'asse del baricentro della struttura; ciò consente di ridurre la coppia sulla struttura e il carico sull'attuatore.

Il dimensionamento torsionale della struttura è realizzato al fine di evitare fenomeni di instabilità dovuti all'aumento del coefficiente del "fattore di forma".

I poli sono realizzati in acciaio S 355 JR, mentre la giunzione ed il supporto del cuscinetto sono realizzati rispettivamente in acciaio S 355 JR ed in acciaio S 275 JR.

L'asse di rotazione è realizzata in acciaio S 355 JR (file esterne) ed in acciaio S 275 JR (file interne).

La struttura costituente la vela è anch'essa realizzata con profilati, gli arcarecci, in acciaio S 355 JR zincati a caldo e sezione ad omega, per consentire il bloccaggio dei moduli fotovoltaici.

Il fissaggio dei pannelli fotovoltaici viene effettuato con viti in acciaio inossidabile e rondella in acciaio inossidabile per evitare fenomeni di accoppiamento galvanico e corrosione.

Per ciò che concerne la protezione superficiale dei profili in acciaio costituenti l'intera struttura del tracker, la stessa, come detto, avviene mediante zincatura a caldo secondo la norma UNI-EN-ISO1461. Come precedentemente scritto, i tracker si muovono lungo un'asse orizzontale, orientato nella direzione Nord-Sud e sono gestiti da un sistema di movimentazione che ha il compito di predisporre in maniera ottimale l'inclinazione della vela nella direzione della radiazione solare.

Il sistema di movimentazione sarà gestito mediante un automatismo con programmazione annuale realizzata mediante programmatore a logica controllata (P.L.C.), in grado di descrivere giornalmente la traiettoria del sole e, come conseguenza, la movimentazione del tracker.

In relazione al movimento "basculante" che il tracker compie nell'arco di un periodo, la vela avrà un'altezza variabile da 0,50 m a 4,50 m rispetto al piano di campagna.

Il movimento della vela nell'arco di un periodo viene determinato da un algoritmo che fornisce una fase di backtracking mattutino da 0° a + 55° (ove 0° costituisce la posizione della vela parallela al terreno) e una fase di backtracking pomeridiana da -55° a 0°.

In fase di progetto, per il posizionamento dei tracker in file parallele, distanti reciprocamente 8,5 metri (di interasse), si è tenuto conto della distanza necessaria per consentire il corretto svolgimento

dell'attività agricola, della distanza necessaria ad evitare l'ombreggiamento reciproco dei moduli, della morfologia e della pendenza media del terreno, oltre che dello spazio necessario per poter eseguire le periodiche operazioni di pulizia e manutenzione dell'impianto.

## **2.2 Fasce arboree perimetrali ed elementi di mitigazione**

Al fine di mitigare l'impatto paesaggistico, anche sulla base delle vigenti normative, è prevista la realizzazione di fasce arboree con caratteristiche differenti lungo tutto il perimetro del sito dove sarà realizzato l'impianto fotovoltaico.

Come meglio dettagliato nei paragrafi seguenti, dopo una valutazione preliminare su quali specie utilizzare per la realizzazione della fascia arborea, si è scelto di impiantare un moderno mandorleto esternamente alla recinzione. A ridosso della recinzione, saranno collocate anche delle piante di ficodindia. Alla pagina seguente le tipologie di fascia di mitigazione adottate.

Queste le tre diverse tipologie di fasce di mitigazione:

- Fascia del tipo A (su Via Degli Angionini e sul confine NE dell'appezzamento), larghezza m 15,00: n. 2 file esterne di mandorleto con sesto sfalsato m 4,50 x 4,50 con n. 1 fila di ulivo con piante distanziate m 4,50;
- Fascia del tipo B (viabilità interna appezzamento), larghezza m 5,00: n. 1 fila esterne di mandorli distanziati m 4,50 tra loro;
- Fascia del tipo C (sui perimetri SUD e OVEST), larghezza m 3: n. 1 filare di ginestra (distanza tra le piante m 2,00) e n. 1 fila di ficodindia a ridosso della recinzione, con piante distanziate m 2,00;
- Fascia di tipo D (su soli 430 m sul lato EST), larghezza m 10: n. 1 fila esterna di mandorlo con m 4,50 di distanza tra le priante e n. 1 fila di ulivo con piante distanziate sempre m 4,50, e sfalsamento tra le due file pari a m 2,25.

Le aree di mitigazione e la loro destinazione colturale verranno trattate in dettaglio al capitolo 6.

### 3 DESCRIZIONE DEL SITO E DELLO STATO DEI LUOGHI

#### 3.1 Ubicazione dell'appezzamento

L'impianto agro-voltaico che si intende realizzare prenderà vita in agro del Comune di Nardò (LE), sui terreni appartenenti alla Masseria Maremonti, individuati catastalmente come in tabella:

Comune di Nardò (LE)		
Foglio	Particella	Superficie [ha]
17	5	21.91.00
	6	00.54.30
	7	00.17.20
	10	00.28.70
	11	00.05.00
	12	00.82.80
	13	00.03.50
	14	29.00.88
	15	06.00.90
	30	10.08.40
	31	01.62.90
	32	02.36.50
	229	13.33.70
	231	00.26.66
	232	00.20.80
233	04.80.00	
234	00.28.74	

per una superficie totale di 91.81.98 ha, in un'area situata a Nord-Ovest sia del territorio comunale che del centro urbano, in un'area morfologicamente pianeggiante avente quota di 26,0 m slm, individuata col sistema di riferimento WGS 84 UTM 33N attraverso le coordinate di seguito definite del trapezio che idealmente la contiene:

SITO	LATITUDINE N	LONGITUDINE E
VERTICE A	40°18'11"	17°52'21"
VERTICE B	40°17'42"	17°53'08"
VERTICE C	40°17'20"	17°52'47"
VERTICE D	40°17'55"	17°52'14"

Il territorio è indicato come Zona Agricola "E" in base allo strumento urbanistico vigente del comune di Nardò e allo stato attuale risulta destinato a seminativo e pascolo, sebbene non si ravvisi ombra di coltivazioni in essere.

L'area è attraversata da una strada comunale che divide idealmente l'impianto in due lotti e confina a nord e a sud-est con altre due strade comunali, mentre a breve distanza dagli altri lati corrono le provinciali n. 110 e 359.

Quasi al centro dell'intero lotto esiste una vecchia masseria abbandonata che verrà ristrutturata e fungerà da base operativa e centro di controllo dell'impianto, oltreché da centro sviluppo per il progetto agro-voltaico che s'intende sviluppare in collaborazione con l'Università degli Studi. Il cavidotto di collegamento alla sottostazione 30/150 kW avrà una lunghezza di circa 12,0 km e correrà in banchina rispetto alla viabilità esistente, privilegiando strade comunali o interpoderali.

In presenza di particolari impedimenti quali attraversamenti di muri a secco, ponticelli o provinciali, si farà ricorso al metodo della perforatrice teleguidata, in maniera da non arrecare danni ai manufatti.

### **3.2 Clima**

Come larga parte del territorio Pugliese, l'area presenta un clima Mediterraneo. Rientra in un'area climatica omogenea, isoterma di gennaio e febbraio di 19°C, che occupa l'ampia pianura di Brindisi e Lecce. L'andamento delle precipitazioni rilevato per le stazioni pluviometriche del Salento presenta forti analogie con quello dell'Arco Ionico Tarantino. Si è registrata una variazione delle medie mobili trentennali delle precipitazioni caratterizzata da oscillazioni irregolari, con alternanza di periodi di crescita e di decrescita. Risulta evidente la riduzione delle precipitazioni sviluppatasi tra la fine degli anni Settanta e l'inizio degli anni novanta, cui segue una fase di precipitazioni stabili. Considerando tutte le stazioni pluviometriche nel loro insieme, i valori iniziali delle medie trentennali delle precipitazioni calcolate nel 1950 variano tra 850 mm e 520 mm, mentre quelli determinati nel 2008 sono compresi tra 750 mm e 530 mm. Si ha quindi, come per l'Arco Ionico Tarantino, una riduzione del valore massimo della media trentennale delle precipitazioni ed un aumento, anche se in minima misura, di quello minimo. La variabilità delle precipitazioni tra le stazioni passa quindi dagli iniziali 330 mm agli attuali 220 mm. Anche in tal caso, pertanto, si rileva una tendenza ad una maggiore omogeneità dell'apporto meteorico nell'unità idrogeologica considerata. nel complesso non sembrano evidenziarsi veri e propri trend climatici per il Salento, come evidenziato anche dalle medie mobili trentennali normalizzate rispetto al periodo di riferimento 1961÷1990. Considerata la discreta omogeneità di comportamento delle stazioni pluviometriche considerate, si è rappresentato il valore medio, calcolato per tutte le stazioni del Salento, della media mobile trentennale, normalizzata rispetto al periodo di riferimento 1961÷1990. quest'ultima ben evidenzia il crollo delle precipitazioni, verificatosi grossomodo tra gli anni Ottanta e novanta, e la successiva stabilizzazione, caratteristici dell'intera Penisola Salentina.

### **3.3 Caratteristiche pedologiche del sito in esame**

Il territorio preso in esame, per quanto concerne le caratteristiche del paesaggio agrario, comprende un'area omogenea che parte proprio dalla nostra zona per poi estendersi a Nord su una vasta area pianeggiante denominata comunemente "Tavoliere di Lecce" nel nostro caso sulla porzione denominata "Terra D'Arneo". Questa è costituita dal territorio settentrionale di Nardò (il comune in cui ricade il progetto, con il centro abitato facente parte del confine meridionale), da quello intero di Porto Cesareo, mentre all'interno si estende per i feudi di Copertino, Leverano, Veglie, Salice Salentino, Guagnano e San Pancrazio Salentino, i cui nuclei abitativi segnano il confine nord-orientale. Il territorio sfuma a ovest nelle prime marine tarantine (Torre Colimena, San Pietro in Bevagna).

L'appezzamento si presenta totalmente pianeggiante e molto omogeneo. Il terreno presenta un colore rossastro, il ché, per quanto non siano state eseguite analisi delle caratteristiche chimiche del suolo, rende facile intuirne la composizione, nella quale si trovano soprattutto ossidi di ferro ed alluminio, minerali tipicamente argillosi. Questi terreni presentano generalmente una notevole componente calcarea e, pertanto, una reazione alcalina.

### 3.3.1 Carta Uso Suolo con Classificazione CLC

Il Portale Cartografico della Regione Puglia consente la visualizzazione delle carte d'uso del suolo aggiornate al 2011.

Per inquadrare le unità tipologiche dell'area indagata in un sistema di nomenclatura più ampio e, soprattutto, di immediata comprensione, le categorie di uso del suolo rinvenute sono state ricondotte alla classificazione *CORINE Land Cover*, nonché alla classificazione dei tipi forestali e pre-forestali della Puglia.

Tale scelta è stata dettata dall'esigenza di adeguare, nella maniera più rigorosa possibile, le unità tipologiche del presente lavoro a sistemi di classificazione già ampiamente accettati, al fine di rendere possibili comparazioni ed integrazioni ulteriori. Infatti, il programma CORINE (*COOrdination of Information on the Environment*) fu intrapreso dalla Commissione Europea in seguito alla decisione del Consiglio Europeo del 27 giugno 1985 allo scopo di raccogliere informazioni standardizzate sullo stato dell'ambiente nei paesi UE. In particolare, il progetto *CORINE Land Cover*, che è una parte del programma CORINE, si pone l'obiettivo di armonizzare ed organizzare le informazioni sulla copertura del suolo. La nomenclatura del sistema *CORINE Land Cover* distingue numerose classi organizzate in livelli gerarchici con grado di dettaglio progressivamente crescente, secondo una codifica formata da un numero di cifre pari al livello corrispondente (ad esempio, le unità riferite al livello 3 sono indicate con codici a 3 cifre, il livello 4 con codici a 4 cifre, etc.).

#### CLC dell'area di progetto

I dati sono stati poi elaborati in modo da poter ottenere l'ubicazione dell'impianto e delle relative strutture su cartografie con dettaglio CLC di livello 4 dell'area.

Di seguito si riportano le classi riscontrabili nell'areale in cui ricade l'area di intervento. I casi contrassegnati da asterisco sono quelli che presentano superfici molto ridotte.

Delle classi rinvenute sull'area di intervento, risultano esservi soltanto le seguenti:

CLC	NOME CLASSE
1122	Fabbricati rurali
2111	Seminativi semplici in aree non irrigue

### 3.3.2 Capacità d'uso del suolo delle aree di impianto (Land Capability Classification)

La classificazione della capacità d'uso (Land Capability Classification, LCC) è un metodo che viene usato per classificare le terre non in base a specifiche colture o pratiche agricole, ma per un ventaglio

più o meno ampio di sistemi agro-silvo-pastorali (Costantini et al., 2006). La metodologia originale è stata elaborata dal servizio per la conservazione del suolo del Dipartimento dell'Agricoltura degli Stati Uniti (Klingebiel e Montgomery, 1961) in funzione del rilevamento dei suoli condotto al dettaglio, a scale di riferimento variabili dal 1:15.000 al 1:20.000. È importante ricordare che l'attività del Servizio per la Conservazione del Suolo degli Stati Uniti aveva ricevuto un formidabile impulso dal Soil Conservation and Domestic Allotment Act del 1935. Tale legge era stata emanata in seguito al drastico crollo della produzione agricola della seconda metà degli anni venti, causato dall'erosione del suolo in vaste aree agricole, sulle quali si praticava normalmente la monocoltura, senza alcuna misura per la conservazione del suolo. La comprensione che questo crollo produttivo era stato una delle cause della grave Crisi del '29 aveva motivato la volontà politica di orientare le scelte degli agricoltori verso una agricoltura più sostenibile, in particolare più attenta ad evitare l'erosione del suolo e a conservare la sua fertilità. In seguito al rilevamento e alla rappresentazione cartografica, tramite la Land Capability Classification i suoli venivano raggruppati in base alla loro capacità di produrre comuni colture, foraggi o legname, senza subire alcun deterioramento e per un lungo periodo di tempo. Lo scopo delle carte di capacità d'uso era quello di fornire un documento di facile lettura per gli agricoltori, che suddividesse i terreni aziendali in aree a diversa potenzialità produttiva, rischio di erosione del suolo e difficoltà di gestione per le attività agricole e forestali praticate. In seguito al successo ottenuto dal sistema negli Stati Uniti, molti paesi europei ed extraeuropei hanno sviluppato una propria classificazione basata sulle caratteristiche del proprio territorio, che differiva dall'originale americana per il numero ed il significato delle classi e dei caratteri limitanti adottati. Così, ad esempio, mentre negli Stati Uniti vengono usate otto classi e quattro tipi di limitazioni principali, in Canada ed in Inghilterra vengono usate sette classi e cinque tipi di limitazioni principali. La metodologia messa a punto negli Stati Uniti rimane però di gran lunga la più seguita, anche in Italia, sebbene con modifiche realizzate negli anni per adattare le specifiche delle classi alla realtà italiana, alle conoscenze pedologiche sempre più approfondite e alle mutate finalità. La LCC infatti non è più il sistema preferito dagli specialisti in conservazione del suolo che lavorano a livello aziendale, perché sono stati messi a punto, sempre a partire dalle esperienze realizzate negli Stati Uniti, sistemi più avanzati per la stima del rischio di erosione del suolo. La LCC è stata invece via via sempre più utilizzata per la programmazione e pianificazione territoriale, cioè a scale di riferimento più vaste di quella aziendale.

I fondamenti della classificazione LCC sono i seguenti:

- La valutazione si riferisce al complesso di colture praticabili nel territorio in questione e non ad una coltura in particolare.
- Vengono escluse le valutazioni dei fattori socio-economici.
- Al concetto di limitazione è legato quello di flessibilità colturale, nel senso che all'aumentare del grado di limitazione corrisponde una diminuzione nella gamma dei possibili usi agro-silvo-pastorali.

- Le limitazioni prese in considerazione sono quelle permanenti e non quelle temporanee, quelle cioè che possono essere risolte da appropriati interventi di miglioramento (drenaggi, concimazioni, ecc.).
- Nel termine “difficoltà di gestione” vengono comprese tutte quelle pratiche conservative e le sistemazioni necessarie affinché l’uso non determini perdita di fertilità o degradazione del suolo.
- La valutazione considera un livello di conduzione gestionale medio elevato, ma allo stesso tempo accessibile alla maggioranza degli operatori agricoli.

La classificazione prevede tre livelli di definizione:

1. la classe;
2. la sottoclasse;
3. l’unità.

Le classi di capacità d’uso raggruppano sottoclassi che possiedono lo stesso grado di limitazione o rischio. Sono designate con numeri romani da *I* a *VIII* in base al numero ed alla severità delle limitazioni e sono definite come segue.

Suoli arabili:

- Classe I. Suoli senza o con poche limitazioni all’utilizzazione agricola. Non richiedono particolari pratiche di conservazione e consentono un’ampia scelta tra le colture diffuse nell’ambiente.
- Classe II. Suoli con moderate limitazioni, che riducono la scelta colturale o che richiedono alcune pratiche di conservazione, quali un’efficiente rete di affossature e di drenaggi.
- Classe III. Suoli con notevoli limitazioni, che riducono la scelta colturale o che richiedono un’accurata e continua manutenzione delle sistemazioni idrauliche agrarie e forestali.
- Classe IV. Suoli con limitazioni molto forti all’utilizzazione agricola. Consentono solo una limitata possibilità di scelta. Suoli non arabili.
- Classe V. Suoli che presentano limitazioni ineliminabili non dovute a fenomeni di erosione e che ne riducono il loro uso alla forestazione, alla produzione di foraggi, al pascolo o al mantenimento dell’ambiente naturale (ad esempio, suoli molto pietrosi, suoli delle aree golenali).
- Classe VI. Suoli con limitazioni permanenti tali da restringere l’uso alla produzione forestale, al pascolo o alla produzione di foraggi su bassi volumi.
- Classe VII. Suoli con limitazioni permanenti tali da richiedere pratiche di conservazione anche per l’utilizzazione forestale o per il pascolo.
- Classe VIII. Suoli inadatti a qualsiasi tipo di utilizzazione agricola e forestale. Da destinare esclusivamente a riserve naturali o ad usi ricreativi, prevedendo gli interventi necessari a conservare il suolo e a favorire la vegetazione.

All'interno della classe di capacità d'uso è possibile raggruppare i suoli per tipo di limitazione all'uso agricolo e forestale. Con una o più lettere minuscole, apposte dopo il numero romano che indica la classe, si segnala immediatamente all'utilizzatore se la limitazione, la cui intensità ha determinato la classe d'appartenenza, è dovuta a proprietà del suolo (*s*), ad eccesso idrico (*w*), al rischio di erosione (*e*) o ad aspetti climatici (*c*). Le proprietà dei suoli e delle terre adottate per valutarne la LCC vengono così raggruppate:

- s: limitazioni dovute al suolo, con riduzione della profondità utile per le radici (tessitura, scheletro, pietrosità superficiale, rocciosità, fertilità chimica dell'orizzonte superficiale, salinità, drenaggio interno eccessivo);
- w: limitazioni dovute all'eccesso idrico (drenaggio interno mediocre, rischio di inondazione);
- e: limitazioni dovute al rischio di erosione e di ribaltamento delle macchine agricole (pendenza, erosione idrica superficiale, erosione di massa);
- c: limitazioni dovute al clima (tutte le interferenze climatiche).

La classe I non ha sottoclassi perché i suoli ad essa appartenenti presentano poche limitazioni e di debole intensità. La classe V può presentare solo le sottoclassi indicate con la lettera *s*, *w*, *c*, perché i suoli di questa classe non sono soggetti, o lo sono pochissimo, all'erosione, ma hanno altre limitazioni che ne riducono l'uso principalmente al pascolo, alla produzione di foraggi, alla selvicoltura e al mantenimento dell'ambiente.

In base alla cartografia consultata, l'area di impianto dovrebbe presentare una classe IIs, quindi suoli con "moderate limitazioni, che riducono la scelta colturale o che richiedono alcune pratiche di conservazione". Dall'osservazione dei luoghi di impianto e delle aree limitrofe, nonché dalla raccolta di informazioni inerenti alla disponibilità di risorse idriche per l'irrigazione, è possibile affermare che tale classificazione risulti coerente.

In particolare:

- le limitazioni dovute al suolo (*s*) risultano di grado moderato, e sono causate da fertilità chimica dell'orizzonte superficiale, salinità, drenaggio interno eccessivo.

### 3.4 Stato dei luoghi e colture praticate

L'appezzamento si presenta totalmente pianeggiante, alla data del sopralluogo (09/11/2020) regolarmente lavorato e, in parte, seminato a frumento. Al centro dell'appezzamento è ubicato un edificio rurale che costituiva il "centro aziendale", oggi in cattivo stato di conservazione e afflitto da numerosi crolli. Era consuetudine nella zona, fino alla metà del XX secolo, suddividere gli appezzamenti pianeggianti con dei muri a secco, generalmente allo scopo di creare delle recinzioni permanenti per le colture foraggere (quindi per l'alimentazione animale) sulle varie superfici delimitate. Questa pratica di delimitazione tramite muretti a secco è ricorrente anche in altre zone della Puglia e nel sud-est della Sicilia, nell'Altopiano Ibleo. L'appezzamento oggetto di intervento

risulta essere delimitato da numerosi muretti a secco, purtroppo molti dei quali distrutti ma che saranno ripristinati nella realizzazione del progetto.

**Figure 3.1 e 3.2. Ripresa dell'area di installazione dell'impianto. Si noti la colorazione rossastra del terreno.**



L'accesso all'appezzamento avviene agevolmente dalla viabilità ordinaria. L'appezzamento risulta inoltre essere diviso in due parti (Nord e Sud) da una strada pubblica.

**Figure 3.3 e 3.4. Muretto a secco interno all'appezzamento e parte del centro aziendale**



### 3.5 Risorse idriche

L'appezzamento dispone di due pozzi-cisterna, probabilmente realizzati agli inizi del secolo scorso e del tutto in disuso. Dalla Relazione Geologica fornita si evince che l'area di intervento risulta essere su una falda acquifera poco profonda (tra 5 e i 20 m dal pdc) su un substrato roccioso costituito prevalentemente da calcareniti. In base alle cartografie e ai dati raccolti, specie sulla presenza di pozzi nella zona, la falda risulta piuttosto estesa. Non è tuttavia possibile attingere acqua dolce da profondità più elevate in quanto il sito si trova ad un'altitudine di soli 25 m slm e ad una breve distanza dalla costa, pertanto l'acqua eventualmente estratta oltre queste quote potrebbe presentare una concentrazione salina elevata (c.d. *acqua salmastra*). La risorsa idrica presente potrà al massimo essere utilizzata (in quantitativi limitati) per il centro aziendale, per le colture arboree sperimentali o per il periodico adacquamento estivo delle fasce perimetrali. La progettazione agronomica è stata pertanto svolta considerando colture non irrigue.

## 4 CARATTERISTICHE DELL'AGROVOLTAICO E STATO DELLA RICERCA

### 4.1 Il Sistema Agrovoltaico

I *sistemi agrivoltaici* sono sistemi misti che associano, sullo stesso terreno contemporaneamente, colture alimentari e pannelli solari fotovoltaici (PVP) (Figure 5.1-5.2). I primi ad utilizzare questo termine nella ricerca scientifica sono stati Dupraz e Marrou (2011), dell'Università di Montpellier (F), che hanno poi condotto alcuni tra i più importanti studi sull'interferenza tra l'ombreggiamento provocato dai pannelli e le caratteristiche quali-quantitative delle produzioni agricole (cfr. par. \_\_).

**Figura 5.1. Ortive con pacciamatura in un campo agrovoltaico sperimentale in Olanda**



**Figura 5.2. Agrovoltaico a moduli fissi con struttura a falde in Cina, in un campo coltivato a bacche di Goji**



Al fine di valutare la fattibilità del progetto agrovoltaico proposto, sono stati esaminati alcuni recenti studi statunitensi, atti ad analizzare gli impatti dell'installazione di un impianto fotovoltaico sulle capacità di rigenerazione e di sviluppo dello strato di vegetazione autoctona presente al suolo. Lo studio *Evaluation of potential changes to annual grass lands in response to increased shading by solar panels from the California Valley Solar Ranch project* (H.T. Harvey & Associates, 2010) ha avuto come obiettivo la valutazione dei potenziali cambiamenti annuali su un habitat vegetativo tipo prato stabile (ossia habitat composto per la quasi totalità da specie erbacee e pertanto votato, ad esempio, ad attività di pascolo), a seguito dell'aumento di ombreggiamento al suolo conseguente l'installazione di un parco fotovoltaico di grandi dimensioni.

Lo studio sopra citato, oltre ad essere incentrato specificatamente sul tema in oggetto, risulta essere particolarmente esemplificativo in quanto condotto su una scala ben più ampia rispetto a quella del progetto in esame: l'impianto californiano a cui è riconducibile lo studio è infatti un impianto di vaste dimensioni (circa 4.365 acri, pari a 1.766 ha) ubicato nel sud della California e con una potenza di circa 250 MWp.

Sebbene non si sia quantificata con esattezza l'entità dell'ombreggiamento che segue l'installazione di un impianto fotovoltaico a terra, valutazioni preliminari stimano approssimativamente che una porzione pari al 40-45% della superficie coperta (equivalente alla proiezione sul piano orizzontale dei moduli) sarà parzialmente ombreggiata, sebbene la configurazione mobile ad inseguimento solare permetta comunque il soleggiamento ciclico dell'intera superficie al disotto dei moduli. In particolare i moduli determineranno un ombreggiamento di circa il 40% a mezzogiorno, quando il sole è più alto nella volta celeste (lo Zenith viene raggiunto solo all'equatore) raggiungendo picchi di circa 45% alle prime ore della mattina e nel tardo pomeriggio quando l'angolo di incidenza al suolo della radiazione solare sarà particolarmente basso.

Ulteriori studi quali *Tree canopy effects on herbaceous production of annual rangeland during drought*, Journal of Range Management, 42:281-283 (Forst and McDouglad, 1989) e *Response of California annual grassland to litter manipulation*, Journal of Vegetation Science, 19:605-612 (Amatangelo, 2008) mostrano che vari gradi di ombreggiamento possono incentivare lo sviluppo di svariate specie erbacee seminatrici, provocando una graduale modifica della composizione della comunità locale a vantaggio di specie erbacee a foglia larga e leguminose. Inoltre ulteriori ricerche, quali ad esempio *Direct and indirect control of grass land community structure by litter, resources and biomass*, Ecology 89:216-225 (Lamb, 2008) indicano che la variazione della luminosità non è la principale concausa della strutturazione del manto erboso rispetto ad altri fattori biotici e abiotici quali ad esempio: l'uso di fertilizzanti, l'apporto idrico, il clima, le interazioni biotiche (ossia la competizione interspecifica, nonché la presenza di erbivori) e l'accesso alle risorse nutritive. Per quanto riguarda l'irraggiamento, la crescita vegetativa, essendo primariamente correlata all'efficienza fotosintetica, è maggiormente influenzata dalle variazioni della qualità della luce (ad esempio la variazione della quantità delle radiazioni nello spettro dell'infrarosso) piuttosto che dalla sua quantità. Sebbene quindi il manto erboso cresca al di sotto dei moduli fotovoltaici, nell'arco del

periodo diurno questo sarà certamente raggiunto da una quantità sufficiente di radiazioni luminose entro un intervallo di lunghezza d'onda utile a consentire al meglio il naturale processo di organizzazione della materia inorganica nell'ambito delle reazioni di fotosintesi clorofilliana. Nel corso dell'anno solare di osservazione, lo studio californiano si chiude rilevando che l'installazione di impianti fotovoltaici non integrati su ampie superfici aperte ha come principale effetto sulla comunità vegetale quello di incentivare l'insorgere di particolari forme di adattamento nelle specie autoctone (cambiamento delle dimensioni medie dell'apparato vegetativo, del contenuto di clorofilla *etc.*) ed eventualmente consentire la colonizzazione da parte di ulteriori specie che non prediligono l'irraggiamento diretto. In considerazione di quanto sopra esposto, al fine in ogni caso di disincentivare la diffusione di specie infestanti non autoctone pur supportando la biodiversità dell'ecosistema, sono stati effettuati altri studi (*Resource Management Demonstration at Russian Ridge Preserve*, California Native Grass Association, Volume XI, No.1, Spring 2001) il cui fine è quello di individuare una metodologia che consenta il mantenimento e/o l'aumento della copertura e del numero di specie autoctone nell'ambito di prati stabili. Le tecniche di intervento per contrastare la densità delle infestanti prescelte furono le seguenti: pascolo intensivo di ovini, incendi controllati seguiti dalla semina di specie erbacee locali, taglio manuale mirato, taglio con trinciatrice e applicazioni mirate di erbicidi. L'approccio più interessante in termini di ecocompatibilità ed efficacia è risultato il ricorso controllato al pascolo o, se quest'ultimo non fosse attuabile, il taglio ciclico del prato durante i periodi dell'anno più propizi per la riproduzione e la diffusione delle infestanti. È ragionevole affermare che, in considerazione dei lievi mutamenti dell'habitat conseguenti l'installazione di moduli fotovoltaici, adottando opportune forme di gestione del manto erboso, non sarà riscontrabile alcun sostanziale cambiamento nella struttura dell'ecosistema, nella disponibilità di risorse nutrizionali nel suolo, ma soprattutto nella composizione della comunità vegetale che si alterna nei cicli stagionali. Un altro studio dal titolo *Remarkable agrivoltaic influence on soil moisture, micrometeorology and water-use efficiency*, è stato recentemente pubblicato su "PLOS One" da Elnaz Hassanpour Adeg, John S. Selker e Chad W. Higgins - Department of Biological and Ecological Engineering, Oregon State University (Osu). Questi ricercatori hanno analizzato l'impatto di una installazione di pannelli fotovoltaici della capacità di 1.435 kW su un terreno di 6 acri (2,43 ha) sulle grandezze micrometeorologiche in aria, sulla umidità del suolo e sulla produzione di foraggio. La peculiarità della fattoria studiata è quella di essere in una zona semi-arida ma con inverni piuttosto umidi. Lo studio ha evidenziato che, oltre a far cambiare in maniera più o meno grande alcune grandezze in atmosfera, i pannelli hanno consentito di aumentare l'umidità del suolo, mantenendo acqua disponibile alla base delle radici per tutto il periodo estivo di crescita del pascolo, in un terreno che altrimenti sarebbe diventato piuttosto secco, come evidenziato da quanto accade su un terreno di controllo, non coperto dai pannelli. Questo studio mostra dunque che, almeno in zone semi-aride di questo tipo, esistono strategie doppiamente vincenti che favoriscono l'aumento di produttività agricola di un terreno (in questo caso di circa il 90%), consentendo nel contempo di produrre energia elettrica in maniera sostenibile. Gli studi sopra citati dimostrano quindi la compatibilità del progetto con l'area ad utilizzo agroenergetica, in quanto non andrà a pregiudicare

in nessun modo negativamente la situazione ambientale. L'ombra generata dai pannelli fotovoltaici non solo protegge le piante durante le ore più calde ma permette un consumo di acqua più efficiente. Infatti, le piante esposte direttamente al sole richiedono un utilizzo di acqua maggiore e più frequente rispetto alle piante che si trovano all'ombra dei pannelli, le quali, essendo meno *stressate*, richiedono un utilizzo dell'acqua più moderato. Un altro importante aspetto da tenere in considerazione riguardo l'impatto di una centrale solare ad inseguimento nel contesto agricolo è l'eventuale crescita spontanea, o in seguito ad inseminazione artificiale, di piante autoctone, fiori e piante officinali che generano un habitat ideale per l'impollinazione da parte delle api e delle altre specie impollinatrici portando un enorme beneficio all'ecosistema circostante. Oltre che per la natura, questo è un grande vantaggio anche per le circostanti produzioni agricole di colture che si affidano all'impollinazione entomofila, come quelle di ulivo, pesche mandorle, uva, etc.

Questo aspetto è attualmente oggetto di grande interesse e di studio da parte dei ricercatori che puntano allo sviluppo di campi fotovoltaici sempre più sostenibili, tra i quali Jordan Macknick, ricercatore del National Renewable Energy Laboratory (NREL), che ha partecipato alla pubblicazione della ricerca *Examining the Potential for Agricultural Benefits from Pollinator Habitat at Solar Facilities in the United States* in cui vengono analizzati i benefici sull'agricoltura portati dalla presenza di piante e fiori nei campi delle centrali fotovoltaiche.

La società M2 Energia S.r.l., responsabile della progettazione dell'impianto, e in qualità di proponente il progetto agronomico, è coinvolta in un importante programma di ricerca con l'Università degli Studi di Foggia – Dipartimento di Scienze Agrarie, degli Alimenti e dell'Ambiente volto alla validazione produttivo-economica della consociazione tra produzione di energia elettrica tramite fotovoltaico e coltivazione di specie produttive: su queste basi si fonda il concetto di "Agrovoltaico".

L'Agrovoltaico nasce quindi dalla volontà manifestata dagli operatori energetici di affrontare il problema dell'occupazione di aree agricole in favore del fotovoltaico. Ad oggi infatti esistono tecnologie – come quelle applicate nel presente progetto - tramite cui l'energia solare e l'agricoltura possono effettivamente andare di pari passo.

L'agrovoltaico è potenzialmente adatto a generare uno scenario di *triple win*:

- rendimenti delle colture più elevati;
- consumo di acqua ridotto;
- fornitura di energia elettrica da fonte rinnovabile.

Il programma di ricerca sarà condotto in agro di San Severo (FG), coordinato dalla Università di Foggia - Dipartimento Agraria e condotto dalla M2 Energia Srl, su due campi sperimentali da 1.700 m<sup>2</sup> ciascuno, uno su cui sono installate delle strutture che simulano la presenza di pannelli fotovoltaici ad inseguimento monoassiale, ed un campo testimone adiacente tramite il quale mettere a confronto i seguenti parametri:

- contenuto idrico del terreno;
- temperatura (del suolo e dell'aria);
- evapotraspirazione;

- ventosità del sito;
- presenza di infestanti;
- presenza di insetti pronubi;
- resa produttiva (in termini di peso fresco, peso secco e oli essenziali);
- qualità del prodotto (aspetti organolettici, contenuto in sostanze nutritive).

La ricerca si svolge analizzando il comportamento e la produttività di colture ortive da pieno campo (irrigue) e di varie specie aromatiche ed officinali: rosmarino, timo, origano, salvia, menta, melissa.

La ricerca sulle possibilità di coltivare regolarmente terreni agricoli occupati da impianti fotovoltaici è stata ampiamente sviluppata nell'ultimo decennio, e vi sono numerose pubblicazioni in merito. Questo perché la crescente diffusione di parchi fotovoltaici "a terra" dai primi anni 2000 aveva fatto nascere inevitabilmente la problematica del mancato utilizzo dei terreni agricoli occupati dagli impianti, con la conseguente perdita di capacità produttiva. Gli studi si sono maggiormente concentrati sulla problematica dell'ombreggiamento parziale e dinamico delle colture sotto i pannelli e tra le interfile degli stessi.

#### **4.2 Meccanizzazione e spazi di manovra**

Coltivare in spazi limitati è sempre stata una problematica da affrontare in agricoltura: tutte le colture arboree, ortive ed arbustive sono sempre state praticate seguendo schemi volti all'ottimizzazione della produzione sugli spazi a disposizione, indipendentemente dall'estensione degli appezzamenti; in altri casi, le forti pendenze hanno costretto l'uomo nei secoli a realizzare terrazzamenti anche piuttosto stretti per impiantare colture arboree. Di conseguenza, sono sempre stati compiuti (e si continuano a compiere tutt'ora) studi sui migliori sestri d'impianto e sulla progettazione e lo sviluppo di mezzi meccanici che vi possano accedere agevolmente. Le problematiche relative alla pratica agricola negli spazi lasciati liberi dall'impianto fotovoltaico si avvicinano, di fatto, a quelle che si potrebbero riscontrare sulla fila e tra le file di un moderno arboreto.

Date le dimensioni e le caratteristiche dell'appezzamento, non si può di fatto prescindere da una quasi integrale meccanizzazione delle operazioni agricole, che permette una maggiore rapidità ed efficacia degli interventi ed a costi minori. Come già esposto al punto 3.2, le file di pannelli fotovoltaici saranno disposte in direzione Nord-Sud su file parallele ed opportunamente spaziate tra loro (interasse di 9,00 m), per ridurre gli effetti degli ombreggiamenti. I moduli ruotano sull'asse da Est a Ovest, seguendo l'andamento giornaliero del sole. L'angolo massimo di rotazione dei moduli di progetto è di +/- 55°. L'altezza dell'asse di rotazione dal suolo è pari a 2,34 m.

Lo spazio libero minimo tra una fila e l'altra di moduli, quando questi sono disposti parallelamente al suolo (ovvero nelle ore centrali della giornata), risulta essere pari a 3,81 m. Qualche problematica potrebbe essere associata alle macchine operatrici (trainate o portate), che hanno delle dimensioni maggiori, ma come analizzato nei paragrafi seguenti, esistono in commercio macchine di dimensioni idonee ad operare negli spazi liberi tra le interfile.

Per quanto riguarda gli spazi di manovra a fine corsa (le c.d. *capezzagne*), questi devono essere sempre non inferiori ai 5,0 m tra la fine delle interfile e la recinzione perimetrale del terreno. Il progetto in esame prevede inoltre la realizzazione di fasce arboree perimetrali aventi larghezze comprese tra 5,00 e 10,0 m, che consente un ampio spazio di manovra.

### 4.3 Gestione del suolo

Per il progetto dell'impianto agro-fotovoltaico in esame, considerate le dimensioni relativamente ampie dell'interfila tra le strutture, tutte le lavorazioni del suolo, nella parte centrale dell'interfila, possono essere compiute tramite macchine operatrici convenzionali senza particolari problemi. A ridosso delle strutture di sostegno, su uno spazio di 50 cm per lato, risulta invece necessario mantenere costantemente il terreno pulito e libero da infestanti mediante la fresa interceppo (Figura 5.3), come già avviene da molto tempo nei moderni vigneti e più in generale in impianti di frutteto.

**Figura 5.3: Esempio di fresatrice interceppo per le lavorazioni sulla fila (Foto: Rinieri S.r.l.)**



Trattandosi di terreni già regolarmente coltivati, non vi sarà la necessità di compiere importanti trasformazioni idraulico-agrarie. Nel caso dell'impianto di mandorleto sulla fascia perimetrale e sulle aree di mitigazione, si effettuerà su di esse un'operazione di scasso a media profondità (0,60-0,70 m) mediante ripper - più rapido e molto meno dispendioso rispetto all'aratro da scasso - e concimazione di fondo, con stallatico pellettato in quantità comprese tra i 50,00 e i 60,00 q/ha, per poi procedere all'amminutamento del terreno con frangizolle ed al livellamento mediante livellatrice a controllo laser o satellitare.

Questo potrà garantire un notevole apporto di sostanza organica al suolo che influirà sulla buona riuscita dell'impianto arboreo in fase di accrescimento.

Per quanto concerne le lavorazioni periodiche del terreno dell'interfila, quali aratura, erpicatura o rullatura, queste vengono generalmente effettuate con mezzi che presentano un'altezza da terra molto ridotta, pertanto potranno essere utilizzate varie macchine operatrici presenti in commercio senza particolari difficoltà, in quanto ne esistono di tutte le larghezze e per tutte le potenze meccaniche. Le lavorazioni periodiche del suolo, in base agli attuali orientamenti, è consigliabile che si effettuino a profondità non superiori a 40,00 cm.

#### 4.4 Studi sull'ombreggiamento

Come descritto al paragrafo 5.1, l'ombreggiamento è di fatto l'argomento maggiormente trattato negli studi e nelle ricerche univitarie sull'opportunità di coltivare terreni occupati da impianti fotovoltaici (*sistema agrovoltaico*).

L'esposizione diretta ai raggi del sole è fondamentale per la buona riuscita di qualsiasi produzione agricola. L'impianto in progetto, ad inseguimento mono-assiale, mantiene l'orientamento dei moduli in posizione perpendicolare a quella dei raggi solari, proiettando delle ombre sull'interfila che saranno tanto più ampie quanto più basso sarà il sole all'orizzonte (prima ed ultima parte della giornata).

Sulla base della collocazione geografica dell'impianto e delle sue caratteristiche, si è potuto constatare che la porzione centrale dell'interfila, nei mesi da maggio ad agosto, presenta tra le 6 e le 8 ore di piena esposizione al sole. Naturalmente nel periodo autunno-vernino, in considerazione della minor altezza del sole all'orizzonte e della brevità del periodo di illuminazione, le *ore-luce* risulteranno inferiori. A questo bisogna aggiungere anche una minore quantità di radiazione diretta per via della maggiore nuvolosità media che si manifesta (ipotizzando andamenti climatici regolari per l'area in esame) nel periodo invernale.

Pertanto si ritiene opportuno praticare prevalentemente colture che svolgano il ciclo produttivo e la maturazione nel periodo primaverile/estivo, o di utilizzare l'ombreggiamento per una *semi-forzatura* del periodo di maturazione (per *semi-forzatura* delle colture si intende l'induzione di un moderato periodo di anticipo o di ritardo nella maturazione e quindi nella raccolta del prodotto).

L'ombreggiamento creato dai moduli fotovoltaici non crea soltanto svantaggi alle colture: si rivela eccellente per quanto riguarda la riduzione dell'evapotraspirazione (ET), considerando che nel periodo più caldo dell'anno - che nell'area di intervento è tra la fine giugno e la prima decade di luglio - le temperature superano giornalmente i 30°C, pertanto le (rare) precipitazioni estive e l'irrigazione a micro-portata avranno una maggiore efficacia. Numerosi studi sono stati pubblicati sulla lattuga, in quanto si tratta, di fatto, della coltura orticola più diffusa a livello mondiale, e che ben si adatta a condizioni di ombreggiamento parziale.

Uno studio di Marrou *et al.* (2013) compiuto su lattuga e cetriolo, ha dimostrato che si possono prevedere variazioni della temperatura dell'aria, del suolo e delle colture a causa della riduzione della radiazione incidente sotto il pannello fotovoltaico. La temperatura del suolo (a 5,0 cm e 25,0 cm di profondità), la temperatura e l'umidità dell'aria, la velocità del vento e le radiazioni incidenti sono state registrate a intervalli orari nel trattamento del pieno sole e in due sistemi agrivoltaici con diverse densità di PVP (*photo-voltaic panel*) durante tre stagioni meteorologiche (inverno, primavera e estate). Inoltre, sono state monitorate le temperature delle colture su colture a ciclo breve (lattuga e cetriolo) e su colture a ciclo lungo (grano duro). Anche il numero di foglie è stato valutato periodicamente sulle colture orticole. La temperatura media giornaliera dell'aria e l'umidità risultavano simili in ombra ed in pieno sole, qualunque fosse la stagione climatica. Al contrario, la temperatura media giornaliera al suolo diminuiva significativamente al di sotto dei PVP rispetto al

trattamento in pieno sole. L'andamento orario della temperatura delle colture durante l'intero giorno (24 ore) è stato chiaramente influenzato all'ombra. In questo esperimento, il rapporto tra la temperatura del prodotto e la radiazione incidente era più alto al di sotto dei PVP al mattino. Ciò potrebbe essere dovuto ad una riduzione delle dispersioni termiche sensibili da parte delle piante (assenza di deposito di rugiada al mattino presto o ridotta traspirazione) all'ombra rispetto al trattamento in pieno sole. Tuttavia, è stato riscontrato che la temperatura media giornaliera del prodotto raccolto non cambia significativamente all'ombra rispetto al pieno sole, ed il tasso di crescita è stato simile in tutte le condizioni. Differenze significative nel tasso di traspirazione fogliare sono state misurate solo durante la fase giovanile (tre settimane dopo la semina) nelle lattughe e nei cetrioli e potrebbero derivare da cambiamenti nella temperatura del suolo. In conclusione, lo studio suggerisce che dovrebbero essere necessari piccoli adattamenti nelle pratiche colturali per passare da una coltura aperta a un sistema di coltivazione agrivoltaica e l'attenzione dovrebbe essere concentrata principalmente sulla mitigazione della riduzione della luce e sulla selezione di piante con una massima efficienza di utilizzo delle radiazioni in queste condizioni di ombra fluttuante.

In un altro studio (Elamri *et al.*, 2018), sempre dell'Università di Montpellier, sono stati elaborati dei modelli in grado di riprodurre i benefici attesi dalle installazioni agrivoltaiche: ad esempio è stato dimostrato che è possibile migliorare l'efficienza dell'uso del suolo e la produttività dell'acqua contemporaneamente, riducendo l'irrigazione del 20%, quando si tollera una diminuzione del 10% della resa o, in alternativa, una leggera estensione del ciclo colturale (tipicamente molto breve per le ortive).

L'agrovoltaico appare quindi una soluzione per il futuro di fronte al cambiamento climatico e alle sfide alimentari ed energetiche, tipicamente nelle aree rurali e nei paesi in via di sviluppo e soprattutto, se la pratica qui presentata si rivela efficiente, anche per altre colture e contesti, special modo nelle aree del meridione d'Italia.

#### **4.5 Presenza di cavidotti interrati**

La presenza dei cavi interrati nell'area dell'impianto fotovoltaico non rappresenta una problematica per l'effettuazione delle lavorazioni periodiche del terreno durante la fase di esercizio dell'impianto fotovoltaico. Infatti queste lavorazioni non raggiungono mai profondità superiori a 40,0 cm, mentre i cavi interrati saranno posati ad una profondità minima di 80,0 cm.

## 5 PRINCIPALI PROBLEMATICHE AFFRONTATE NELLA DEFINIZIONE DEL PIANO COLTURALE

Coltivare in spazi limitati è sempre stata una problematica da affrontare in agricoltura: tutte le colture arboree, ortive ed arbustive sono sempre state praticate seguendo schemi volti all'ottimizzazione della produzione sugli spazi a disposizione, indipendentemente dall'estensione degli appezzamenti; in altri casi, le forti pendenze costringono a realizzare terrazzamenti anche piuttosto stretti per impiantare colture arboree. Di conseguenza, sono sempre stati compiuti (e si continuano a compiere tutt'ora) studi sui migliori sestri d'impianto e sulla progettazione e lo sviluppo di mezzi meccanici che vi possano accedere agevolmente. Le problematiche relative alla pratica agricola negli spazi lasciati liberi dall'impianto fotovoltaico potrebbero essere paragonate, di fatto, a quelle che si potrebbero riscontrare tra le file di un moderno arboreto.

### 5.1 Gestione del suolo

Per il progetto dell'impianto agro-fotovoltaico in esame, considerate le dimensioni relativamente ampie dell'interfila tra le strutture, tutte le lavorazioni del suolo, nella parte centrale dell'interfila, possono essere compiute tramite macchine operatrici convenzionali, anche con larghezza di lavoro elevata, senza particolari problemi. A ridosso delle strutture di sostegno risulta invece necessario mantenere costantemente il terreno libero da infestanti mediante diserbo, che nel nostro caso sarà effettuato esclusivamente tramite lavorazioni del terreno. Nella fascia prossima alle strutture di sostegno si effettuerà il diserbo meccanico, avvalendosi della fresa interceppo (Figura 6.1), come già avviene da molto tempo nei moderni vigneti e più in generale in impianti di frutteto.

**Figura 5.1: Esempio di fresatrice interceppo per le lavorazioni sulla fila (Foto: Rinieri S.r.l.)**



Trattandosi di terreni già regolarmente coltivati, non vi sarà la necessità di compiere importanti trasformazioni idraulico-agrarie. Su tutta la superficie di intervento si effettuerà un'operazione di scasso a media profondità (0,60-0,70 m) mediante ripper - più rapido e molto meno dispendioso rispetto all'aratro da scasso - e concimazione di fondo, con stallatico pellettato in quantità comprese

tra i 50,0 e i 60,0 q/ha, per poi procedere all'amminutamento del terreno con frangizolle ed al livellamento mediante livellatrice a controllo laser o satellitare.

Questo potrà garantire un notevole apporto di sostanza organica al suolo che influirà sulla buona riuscita delle attività agricole che si intende realizzare.

Per quanto concerne le lavorazioni periodiche del terreno sull'interfila, quali aratura, erpicatura o rullatura, queste vengono generalmente effettuate con mezzi che presentano un'altezza da terra molto ridotta, pertanto potranno essere utilizzate varie macchine operatrici presenti in commercio senza particolari difficoltà, in quanto ne esistono di tutte le larghezze e per tutte le potenze meccaniche. Le lavorazioni periodiche del suolo, in base agli attuali orientamenti, è consigliabile che si effettuino a profondità non superiori a 40,0 cm.

## 5.2 Ombreggiamento

L'esposizione diretta ai raggi del sole è fondamentale per la buona riuscita di qualsiasi produzione agricola. L'impianto in progetto, ad inseguimento mono-assiale, di fatto mantiene l'orientamento dei moduli in posizione perpendicolare a quella dei raggi solari, proiettando delle ombre sull'interfila che saranno tanto più ampie quanto più basso sarà il sole all'orizzonte.

Sulla base delle informazioni inerenti alle caratteristiche dell'impianto, si è potuto constatare che la porzione centrale dell'interfila, nei mesi da maggio ad agosto, presenta tra le 6 e le 8 ore di piena esposizione al sole. Naturalmente nel periodo autunno-vernino, in considerazione della minor altezza del sole all'orizzonte e della brevità del periodo di illuminazione, le ore-luce risulteranno inferiori. A questo bisogna aggiungere anche una minore quantità di radiazione diretta per via della maggiore nuvolosità media che si manifesta (ipotizzando andamenti climatici regolari per l'area in esame) nel periodo invernale.

Pertanto è opportuno praticare prevalentemente colture che svolgano il ciclo riproduttivo e la maturazione nel periodo primaverile/estivo.

È bene però considerare che l'ombreggiamento creato dai moduli fotovoltaici non crea soltanto svantaggi alle colture: si rivela infatti eccellente per quanto riguarda la riduzione dell'evapotraspirazione, considerando che nei periodi più caldi dell'anno le precipitazioni avranno una maggiore efficacia.

## 5.3 Meccanizzazione e spazi di manovra

Date le dimensioni e le caratteristiche dell'appezzamento, non si può di fatto prescindere da una quasi integrale meccanizzazione delle operazioni agricole, che permette una maggiore rapidità ed efficacia degli interventi ed a costi minori. L'interasse tra una struttura e l'altra di moduli è pari a 9,00 m, e lo spazio libero tra una schiera e l'altra di moduli fotovoltaici varia da un minimo di 4,10 m (quando i moduli sono disposti in posizione parallela al suolo, – tilt pari a 0° - ovvero nelle ore centrali della giornata) ad un massimo di 7,60 m (quando i moduli hanno un tilt pari a 55°, ovvero nelle primissime ore della giornata o al tramonto). L'ampiezza dell'interfila consente pertanto un

facile passaggio delle macchine trattrici, considerato che le più grandi in commercio, non possono avere una carreggiata più elevata di 2,50 m, per via della necessità di percorrere tragitti anche su strade pubbliche. Per le esigenze derivanti dalla gestione agricola delle superfici interfila e della fascia arborea perimetrale, si utilizzeranno trattrici di medio-piccole dimensioni, con una larghezza non superiore ai 2,00 m, e non si presenta alcuna problematica riguardo l'impiego di operatrici di una certa larghezza di lavoro (es. erpici o trince di ampiezza superiore ai 5,00 m), in quanto non.

Qualche problematica potrebbe essere associata alle macchine operatrici (trainate o portate), che hanno delle dimensioni maggiori, ma come analizzato nei paragrafi seguenti, esistono in commercio macchine di dimensioni idonee ad operare negli spazi liberi tra le interfile.

Per quanto riguarda gli spazi di manovra a fine corsa (le c.d. *capezzagne*), questi devono essere sempre non inferiori ai 10,0 m tra la fine delle interfile e la recinzione perimetrale del terreno.

#### **5.4 Presenza di cavidotti interrati**

La presenza dei cavi interrati nell'area dell'impianto fotovoltaico non rappresenta una problematica per l'effettuazione delle lavorazioni periodiche del terreno durante la fase di esercizio dell'impianto fotovoltaico. Infatti queste lavorazioni non raggiungono mai profondità superiori a 40 cm, mentre i cavi interrati saranno posati ad una profondità minima di 80 cm dal p.d.c.

## 6 LA DEFINIZIONE DEL PIANO COLTURALE

Per la definizione del piano colturale sono state valutate diverse tipologie di colture potenzialmente coltivabili, facendo una distinzione tra le aree coltivabili tra le strutture di sostegno (interfile) e la fascia arborea perimetrale.

La società M2 Energia S.r.l., responsabile della progettazione dell'impianto, è coinvolta in un importante programma di ricerca con l'Università degli Studi di Foggia – Dipartimento di Scienze Agrarie, degli Alimenti e dell'Ambiente volto alla validazione produttivo-economica della consociazione tra produzione di energia elettrica tramite fotovoltaico e coltivazione di specie produttive: su queste basi si fonda il concetto di "Agrovoltaico".

L'Agrovoltaico nasce quindi dalla volontà manifestata dagli operatori energetici di affrontare il problema dell'occupazione di aree agricole in favore del fotovoltaico. Ad oggi infatti esistono tecnologie – come quelle applicate nel presente progetto - tramite cui l'energia solare e l'agricoltura possono effettivamente andare di pari passo.

L'agrovoltaico è potenzialmente adatto a generare uno scenario di *triple win*:

- rendimenti delle colture più elevati;
- consumo di acqua ridotto;
- fornitura di energia elettrica da fonte rinnovabile.

Il programma di ricerca sarà condotto in agro di Foggia, su due campi sperimentali da 1.400 m<sup>2</sup> ciascuno, uno su cui sono installate delle strutture che simulano la presenza di pannelli fotovoltaici ad inseguimento monoassiale, ed un campo testimone adiacente tramite il quale mettere a confronto i seguenti parametri:

- contenuto idrico del terreno;
- temperatura (del suolo e dell'aria);
- evapotraspirazione;
- ventosità del sito;
- presenza di infestanti;
- presenza di insetti pronubi;
- resa produttiva (in termini di peso fresco, peso secco e oli essenziali);
- qualità del prodotto (aspetti organolettici, contenuto in sostanze nutritive).

La ricerca si svolge analizzando il comportamento e la produttività di colture ortive da pieno campo (irrigue) e di quattro specie aromatiche ed officinali: rosmarino, timo, origano e salvia.

### 6.1 Valutazione delle colture praticabili nell'area e superfici dedicate

Sulla base della ricerca scientifica sopra descritta e delle caratteristiche pedoclimatiche del sito, sono state selezionate le specie da utilizzare per l'impianto. In tutti i casi è stata posta una certa attenzione sull'opportunità di coltivare sempre essenze mellifere.

Per una migliore gestione dell'impianto, ci si è orientati pertanto verso le seguenti attività:

- a) Copertura con manto erboso

- b) Colture aromatiche ed officinali
- c) Colture arboree intensive (fascia perimetrale ed una piccola superficie nei pressi del centro aziendale).

Si riporta di seguito lo schema delle superfici dell'impianto in base alla loro destinazione. La superficie agricola utilizzata (SAU) calcolata ai capitoli 7 e 9 tiene conto anche di parte delle aree coltivabili al di sotto dei moduli PV, pertanto risulterà più elevata.

DESCRIZIONE		SUEPRFICIE	
A	MODULI FOTOVOLTAICI	m <sup>2</sup>	313.088,50
B	VIABILITA' INTERNA ALLA RECINZIONE	m <sup>2</sup>	52.800,00
C	LOCALI TECNICI – CABINE BOX - INVERTER	m <sup>2</sup>	320,00
D	TOTALE SUPERFICI OCCUPATE DALL'IMPIANTO (A+B+C)	m <sup>2</sup>	366.208,50
E	TOTALE SUPERFICIE RECINTATA	m <sup>2</sup>	807.500,00
F	SUPERFICIE COLTIVATA ALL'INTERNO DELLA RECINZIONE (E-B-C)	m <sup>2</sup>	754.380,00
<b>G</b>	<b>INDICE DI AREA DESTINATA AD ATTIVITÀ AGRICOLA (F/E)</b>	<b>%</b>	<b>93,42%</b>
H	FASCE DI MITIGAZIONE ESTERNE ALLA RECINZIONE	m <sup>2</sup>	60.800,00
I	FASCE DI RISPETTO INTERNE ALLA RECINZIONE	m <sup>2</sup>	21.898,00
L	SUPERFICI FABBRICATI E AREA ANNESSA PER INIZIATIVE SOCIALI	m <sup>2</sup>	28.000,00
M	TOTALE SUPERFICIE DISPONIBILE (E + H + I + L)	m <sup>2</sup>	918.198,00

### 6.1.1 Copertura con manto erboso

La coltivazione tra filari con essenze da manto erboso è da sempre praticata in arboricoltura e in viticoltura, al fine di condurre una gestione del terreno che riduca al minimo il depauperamento di questa risorsa "non rinnovabile" e, al tempo stesso, offre alcuni vantaggi pratici agli operatori. Una delle tecniche di gestione del suolo ecocompatibile è rappresentata dall'inerbimento, che consiste nella semplice copertura del terreno con un cotico erboso.

La coltivazione del manto erboso può essere praticata con successo non solo in arboricoltura, ma anche tra le interfile dell'impianto fotovoltaico; anzi, la coltivazione tra le interfile è meno condizionata da alcuni fattori (come ad esempio non vi è la competizione idrica-nutrizionale con l'albero) e potrebbe avere uno sviluppo ideale.

Considerate le caratteristiche tecniche dell'impianto fotovoltaico (ampi spazi tra le interfile, sistema di inseguimento monoassiale), si opterà per un tipo di **inerbimento totale**, ovvero il cotico erboso si manterrà sulle fasce di terreno sempre libere tra le file, comprese le superfici in prossimità dei sostegni. La pratica agricola, aldilà dell'aspetto relativo al mantenimento della produttività del suolo, si rivela fondamentale per facilitare la circolazione delle macchine e per aumentare l'infiltrazione dell'acqua piovana ed evitare lo scorrimento superficiale.

L'inerbimento nelle interfile sarà di tipo **temporaneo** per quanto riguarda le superfici in cui si praticheranno colture annuali, mentre sarà di tipo **permanente** - ovvero sarà mantenuto tutto l'anno - sulle superfici che si intende coltivare ad essenze aromatiche ed officinali. Chiaramente, qualora le risorse idriche dovessero non essere più sfruttabili ed inizierà un fisiologico disseccamento, si provvederà alla rimozione delle colture, semplicemente utilizzando un'aratro o un frangizolle a dischi. L'inerbimento tra le interfile sarà di tipo **artificiale** (non naturale, costituito

solo da specie spontanee), ottenuto dalla semina di miscugli di 2-3 specie ben selezionate, che richiedono pochi interventi per la loro gestione. In particolare si opererà per le seguenti specie:

- *Trifolium subterraneum* (comunemente detto trifoglio), *Hedysarium coronarium* (sulla minore) e *Vicia sativa* (veccia) per quanto riguarda le leguminose;
- *Hordeum vulgare* L. (orzo) e *Avena sativa* L. per quanto riguarda le graminacee.

Le leguminose elencate, in particolare il trifoglio e la sulla, sono considerate eccellenti specie mellifere.

Il ciclo di lavorazione del manto erboso tra le interfile prevederà pertanto le seguenti fasi:

- 1) In tarda primavera/inizio estate si praticheranno una o due lavorazioni a profondità ordinaria del suolo. Questa operazione, compiuta con piante ancora allo stato fresco, viene detta “sovescio” ed è di fondamentale importanza per l’apporto di sostanza organica, (Figura 6.1).

**Fig. 6.1: Esempio di pratica del sovescio in pieno campo. Si noti, nell’immagine a sinistra, l’impiego di una trincia frontale montata sulla stessa trattrice per alleggerire il carico sull’aratro portato**



- 2) Semina, eseguita con macchine agricole convenzionali, nel periodo invernale. Per la semina si utilizzerà una seminatrice di precisione (Figura 6.2) avente una larghezza di massimo 4,0 m, dotata di un serbatoio per il concime che viene distribuito in fase di semina.

**Fig. 6.2: Esempio di seminatrice di precisione per tutte le tipologie di sementi (Foto: Mascar S.p.a.)**



- 3) Fase di sviluppo del cotico erboso nel periodo autunnale/invernale. La crescita del manto erboso permette di beneficiare del suo effetto protettivo nei confronti dell'azione battente della pioggia e dei processi erosivi e nel contempo consente la transitabilità nell'impianto anche in caso di pioggia (nel caso vi fosse necessità del passaggio di mezzi per lo svolgimento delle attività di manutenzione dell'impianto fotovoltaico e di pulitura dei moduli);
- 4) La fioritura delle specie leguminose (sulla e trifoglio in particolare) viene sfruttata appieno dagli alveari per la produzione mellifera;
- 5) Una volta concluso il periodo di fioritura si procederà con la trinciatura del cotico erboso (Figura 6.3) e nuovamente con il sovescio (già visto al punto 1). Questa pratica, se i terreni vengono condotti al fine di favorire la produzione mellifera, viene svolta nello stesso periodo della smielatura (periodo estivo).

**Fig. 6.3: Trinciatura del manto erboso, utilizzando la trincia o direttamente con il frangizolle a dischi**  
(Foto: Nobili S.r.l. / Siciltiller S.r.l.)



### 6.1.2 Colture aromatiche ed officinali in asciutto

Come già indicato in precedenza, si sta effettuando una progettazione agronomica in assenza di una risorsa idrica. Partendo da questa condizione questa condizione, e le caratteristiche del suolo (presenza di calcareniti, pH basico e notevole permeabilità degli strati al di sotto dei 30-40 cm), sono state prese in considerazione le specie di seguito descritte:

- Timo (*Thymus spp.*). Importante coltura mellifera, autoctona del Bacino del Mediterraneo, estremamente rustica;
- Origano (*Origanum spp.*), di cui si raccolgono le infiorescenze, si pianta tramite porzioni di cespo o piantine già radicate, con un sesto di 80-120 cm tra le file e 30-50 cm sulla fila, e richiede solo una modesta concimazione di impianto.
- Salvia (*Salvia officinalis*), questa prevede in genere densità di impianto elevate, (50-60 cm tra le file e 25-40 cm sulla fila), durata economica in genere pari a 4-5 anni;
- Rosmarino (*Rosmarinus officinalis*), il rosmarino è un arbusto perenne sempreverde e cespuglioso, di semplicissima coltivazione.

## 6.2 Fasce arboree perimetrali

Al fine di mitigare l'impatto paesaggistico, anche sulla base delle vigenti normative, è prevista la realizzazione di una fascia arborea lungo tutto il perimetro dei due appezzamenti (nord e sud, divisi da una strada di pubblica viabilità) in cui sarà realizzato l'impianto fotovoltaico (fascia di larghezza pari a 10 m). Le fasce arboree occuperanno una superficie complessiva pari a circa 6,70 ha.

È stata condotta una valutazione preliminare su quali colture impiantare lungo la fascia arborea perimetrale. In particolare sono state prese in considerazione le seguenti colture:

- olivo, coltura autoctona dell'area e con caratteristiche perfette per la mitigazione paesaggistica (chioma folta, sempreverde), anche se dalla crescita lenta, pertanto poco produttiva nei primi anni dall'impianto;
- mandorlo, sempre coltura autoctona dell'area, che allo stato attuale sta attraversando un periodo di forte espansione nel Sud Italia, sia grazie alla diffusione di nuove varietà e portinnesti, sia a nuovi sistemi di meccanizzazione;
- Ficodindia, coltura divenuta autoctona nel Mediterraneo (anche se di origine centro-ameiracana), di facilissimo impianto e molto adatta a creare una barriera visiva fitta.

### 6.2.1 Olivo

Per quanto riguarda l'olivo, la coltura normalmente richiede sesti di impianto relativamente ampi, pari m 6,0 x 6,0 ma negli ultimi due decenni si sta sempre più diffondendo una maggiore densità di impianto. Nel nostro caso, le piantine saranno collocate su un'unica fila ad una distanza di m 4,50: in questo modo, dopo 3-4 anni l'impianto arboreo svolgerebbe appieno la sua funzione di mitigazione paesaggistica.

È fondamentale, per la buona riuscita di questa coltura, che vi sia un drenaggio ottimale del terreno pertanto, una volta eseguito lo scasso, si dovrà procedere con l'individuazione di eventuali punti di

**Figura 6.4: Piantine di ulivo in vivaio (foto: sicilpiante.it)**



ristagno idrico ed intervenire con un'opera di drenaggio (es. collocazione di tubo corrugato fessurato su brecciolino). In questo caso, dopo i lavori di scasso, concimazione ed amminutamento, si procederà con la squadratura del terreno, ovvero l'individuazione dei punti esatti in cui posizionare le piantine che andranno a costituire la fascia di mitigazione. La collocazione delle piantine è piuttosto agevole, in quanto si impiegano solitamente degli esemplari già innestati (quindi senza la necessità di intervenire successivamente in loco) di uno o due anni di età (figura 6.4).

Il periodo ideale per l'impianto di nuovi uliveti e, più in generale, per impianti di colture arboree mediterranee, è quello invernale, pertanto si procederà tra il mese di novembre e marzo.

Per quanto concerne la scelta delle piantine, queste dovranno essere acquistate da un vivaio e certificate dal punto di vista fitosanitario.

La gestione di un oliveto adulto non richiede operazioni complesse né trattamenti fitosanitari frequenti: una breve potatura nel periodo invernale seguita da un trattamento con prodotti rameici, lavorazioni superficiali del suolo e interventi contro la mosca olearia (*Bactrocera oleae*) a seguito di un eventuale risultato positivo del monitoraggio con trappole feromoniche.

Le piante, calcolate in numero di 1.430, saranno disposte su tutto il perimetro di entrambi gli appezzamenti. La gestione di un oliveto adulto non richiede operazioni complesse né trattamenti fitosanitari frequenti: una breve potatura nel periodo invernale seguita da un trattamento con prodotti rameici, lavorazioni superficiali del suolo e interventi contro la mosca olearia (*Bactrocera oleae*) a seguito di un eventuale risultato positivo del monitoraggio con trappole feromoniche.

Come descritto in precedenza, nella realizzazione dell'oliveto sulla fascia perimetrale utilizzeranno piante di varietà atte alla produzione di olio extra-vergine di oliva "Terra d'Otranto" DOP: *Cellina di Nardò* e *Ogliarola*, da sole o congiuntamente, per almeno il 60%.

È necessario tenere presente che l'area di intervento ricade in una delle zone rurali più colpite dal batterio *Xylella fastidiosa*, che ha di fatto decimato larga parte del patrimonio olivicolo della regione. Pertanto, si dovranno necessariamente impiegare dei cloni certificati che hanno manifestato un elevato grado di tolleranza al patogeno.

### 6.2.2 Mandorlo

Per quanto concerne il mandorleto, la scelta è ricaduta sull'impianto di un arboreto intensivo con le piante disposte, ove possibile, su due file distanti m 4,50, con distanze sulla fila sempre pari a m 4,50. Le due file saranno disposte con uno sfalsamento di 2,25 m, per facilitare l'eventuale impiego di una raccogliatrice meccanica anteriore, in modo da farle compiere un percorso "a zig zag", riducendo così al minimo il numero di manovre in retromarcia (Figura 6.5).

È previsto l'impianto di circa 1.700 piante di mandorlo, così disposte: su entrambi i lati della strada che divide in due l'appezzamento (via Degli Angioini), per una lunghezza pari a circa 1.000 m, e sul confine nord dell'appezzamento, per una lunghezza pari a 850 m, il mandorleto sarà realizzato su due file; su parte della viabilità interna e sul confine est dell'appezzamento con la Strada Donna Domenica, l'impianto sarà invece realizzato su un'unica fila.

Il principale vantaggio dell'impianto del mandorleto intensivo risiede nelle dimensioni non molto elevate delle piante adulte, e di conseguenza nella possibilità di meccanizzare - o *agevolare meccanicamente* - tutte le fasi della coltivazione, ad esclusione dell'impianto, che sarà effettuato manualmente.

La funzione della fascia arborea perimetrale è fondamentale per la mitigazione visiva e paesaggistica dell'impianto: una volta adulto, l'impianto arboreo renderà pressoché invisibili dalla viabilità ordinaria i moduli fotovoltaici e le altre strutture.

**Figura 6.5: Macchina frontale per la raccolta di mandorle e olive su impianto intensivo e disposizione ideale degli alberi per il corretto impiego della stessa (Foto: Dott. Agr. Vito Vitelli)**



In questo caso, dopo i lavori di scasso, concimazione ed amminutamento, si procederà con la squadratura del terreno, ovvero l'individuazione dei punti esatti in cui posizionare le piantine che andranno a costituire la fascia di mitigazione. La collocazione delle piantine è piuttosto agevole, in quanto si impiegano solitamente degli esemplari già innestati (quindi senza la necessità di intervenire successivamente in loco) di uno o due anni di età (figura 6.6). Anche in questo caso risulta fondamentale la presenza di un drenaggio ottimale del terreno.

**Figura 6.6. Piantine di mandorlo di 2 anni in vivaio (Foto: web).**



Come già indicato per l'ulivo, il periodo ideale per i nuovi impianti di colture mediterranee è quello invernale, pertanto si procederà tra il mese di novembre e marzo.

Per quanto concerne la scelta delle piantine, queste dovranno essere acquistate da un vivaio e certificate dal punto di vista fitosanitario. La scelta delle cultivar si baserà sugli attuali andamenti di mercato, mentre per la scelta dei portinnesti si dovrà necessariamente procedere con

l'analisi del pH del suolo. Dalla relazione geologica fornita, risulta un'elevata presenza di *calcareniti*, in alcuni casi anche affioranti: ne consegue che il suolo avrà un pH basico (pH 8.0-8.50), pertanto sarà certamente impegnato il portinnesto GF 677 (Ibrido *Prunus persica x Prunus amygdalus* ottenuto all'INRA - Francia), già innestato con varietà considerate autoctone, quali Tuono, Genco, Filippo Ceo. Per quanto riguarda la concimazione pre-impianto, da alcuni anni sta dando eccellenti risultati l'impiego di concime stallatico pellettato in quantità di 600 kg/ha. Questo tipo di concime, per quanto più costoso rispetto ai comuni concimi di sintesi (circa 35,00 €/q), presenta la caratteristica di rilasciare sostanze nutritive in un lungo periodo di tempo, incrementando di molto la durata dei suoi effetti benefici sulle colture (vengono infatti definiti *concimi a lento rilascio*).

La coltura scelta, per le sue caratteristiche, durante la fase di accrescimento non necessita di particolari attenzioni, né di impegnative operazioni di potatura. Le operazioni da compiere in questa fase sono di fatto limitate all'allontanamento delle infestanti e, nel periodo estivo, a brevi passaggi di adacquamento ogni dieci giorni tramite carro-botte, di cui si prevede l'acquisto.

Quando le piante saranno adulte, le esigenze in termini di operazioni colturali sono piuttosto limitate: necessitano infatti di brevi potature invernali per sfozzare la chioma, seguite da un trattamento a base di prodotti rameici (in genere idrossido di rame) per la prevenzione della bolla e del corineo, lavorazioni superficiali del terreno per l'eliminazione delle infestanti, una concimazione con 200-250 kg/ha di stallatico pellettato e due trattamenti contro gli afidi (in primavera).

### 6.2.3 Ficodindia (*Opuntia ficus indica*)

Le piante di ficodindia saranno collocate su un'unica fila a distanze di m 2,00 tra loro a ridosso della recinzione. È una pianta molto semplice da impiantare, è sufficiente piantare al suolo una talea costituita da pochi cladodi (comunemente detti *pale*).

Ad oggi, si tratta di una delle colture destinatarie dei più importanti programmi di ricerca e sviluppo da parte della FAO (*Food and Agriculture Organization of the United Nations*). Si tratta infatti di una coltura in grado di fornire molteplici benefici in aree del mondo con particolare carenza d'acqua.

Questi i molteplici usi:

- sia i frutti che i cladodi vengono impiegati nell'alimentazione umana. Nel caso dei cladodi ancora poco usati in Italia;
- alimentazione animale, data l'elevatissima quantità in biomassa che è in grado di sviluppare;
- estrazione di materiale fibroso;
- in alcune aree dell'America Centrale vengono impiegati da secoli per l'allevamento di una particolare specie di cocciniglia in grado di secernere un pigmento rosso.

La pianta appartiene alla famiglia delle Cactacee, della specie *Opuntia ficus-indica*. La pianta venne importata dalle Americhe nord-occidentali (credute originariamente le Indie, da cui il nome) sul finire del XVI secolo. Alla fine del sedicesimo secolo in Sicilia, gli spagnoli introdussero alcune nuove e importanti piante quello più comunemente usato era il ficodindia proveniente dall'America

Tropicale (Indie occidentali, secondo C. Colombo). I fichidindia, capaci di sopportare lunghe siccità e di propagarsi facilmente. Questa ammirevole pianta a siepi con i suoi frutti ha contribuito alla dieta di ricchi e di poveri nella vita quotidiana sin dai tempi più antichi fino ad oggi.

Ha la caratteristica di resistere ai climi aridi e secchi e cresce in zone impervie con terreni medi e grossolani. La pianta del ficodindia non presenta tronco ma solo foglie, che si inerpicano dalle radici formando le cosiddette pale alle cui estremità superiori si formano i frutti. La sua riproduzione avviene attraverso i rami che vengono interrati per i due terzi nel terreno.

Nella sua coltivazione non vengono mai impiegati fitofarmaci poiché la pianta assume delle difese proprie contro i parassiti, non necessita poi di trattamenti particolari assumendo la produzione biologica.

Sono presenti molte tipologie: Surfarina o Nostrale dal colore giallo-arancio; Sanguigna dal colore rosso fuoco; Muscaredda e Sciannina dal colore bianco.

La produzione dei frutti avviene secondo tecniche secolari applicate alla pianta. La prima fioritura avviene tra maggio e giugno con formazione dei frutti verdi. Per ottenere un prodotto di maggiore qualità si applica la tecnica detta di *scozzolatura*, che porta ad eliminare i frutti fioriti per ottenere dei frutti più grossi e buoni. La seconda fioritura avviene tra settembre e dicembre e dà luogo a frutti denominati in dialetto fioroni, che garantiscono la produzione.

Fra le tecniche di coltivazione è molto importante la fase della scozzolatura che viene eseguita tra la fine del mese di maggio e la prima metà del mese di giugno, in relazione alle zone di produzione e alle condizioni climatiche (che consiste nell'asportare fiori, frutticini appena allegati e giovani cladodi). Le operazioni di raccolta, in relazione alle zone di produzione e all'andamento climatico, si svolgono dalla seconda decade di agosto per i frutti di prima fioritura («Agostani»), da settembre a dicembre per i frutti di seconda fioritura («Scozzolati» o «Bastardoni»). I frutti dopo la raccolta devono essere immagazzinati in locali idonei ventilati e asciutti.

I frutti vengono distinti in ordine al periodo di maturazione: «Agostani» o «Latini» (primo fiore); «Scozzolati» (seconda fioritura). Cultivar: gialla, rossa, bianca.

Aldilà delle eccellenti qualità organolettiche, il Ficodindia è anche ricchissimo di numerose proprietà benefiche. Veniva usato per preparazioni mediche già nella medicina tradizionale Azteca, prima che in quella siciliana, per le sue innumerevoli proprietà terapeutiche e in particolare quelle antinfiammatorie.

Oggi la scienza ha dimostrato il fondamento di questi tradizionali utilizzi, che risiedono proprio nell'eccezionale contenuto di nutrienti presenti al suo interno. L'alto contenuto di fibre e la presenza dei semi aiutano a favorire il transito intestinale e ad aumentare il senso di sazietà, rendendo il Ficodindia un ottimo alleato per il mantenimento del peso-forma anche grazie alla modesta quantità di zuccheri contenuti; è inoltre ricchissimo di vitamine A, gruppo B e C, e di minerali come ferro, potassio, magnesio, calcio e fosforo. È dunque un frutto particolarmente consigliato per prevenire l'osteoporosi, e la sua buccia, come anche la talea, sono un toccasana per bruciori intestinali grazie alle proprietà antiinfiammatorie contenute nella mucillagine al loro interno.

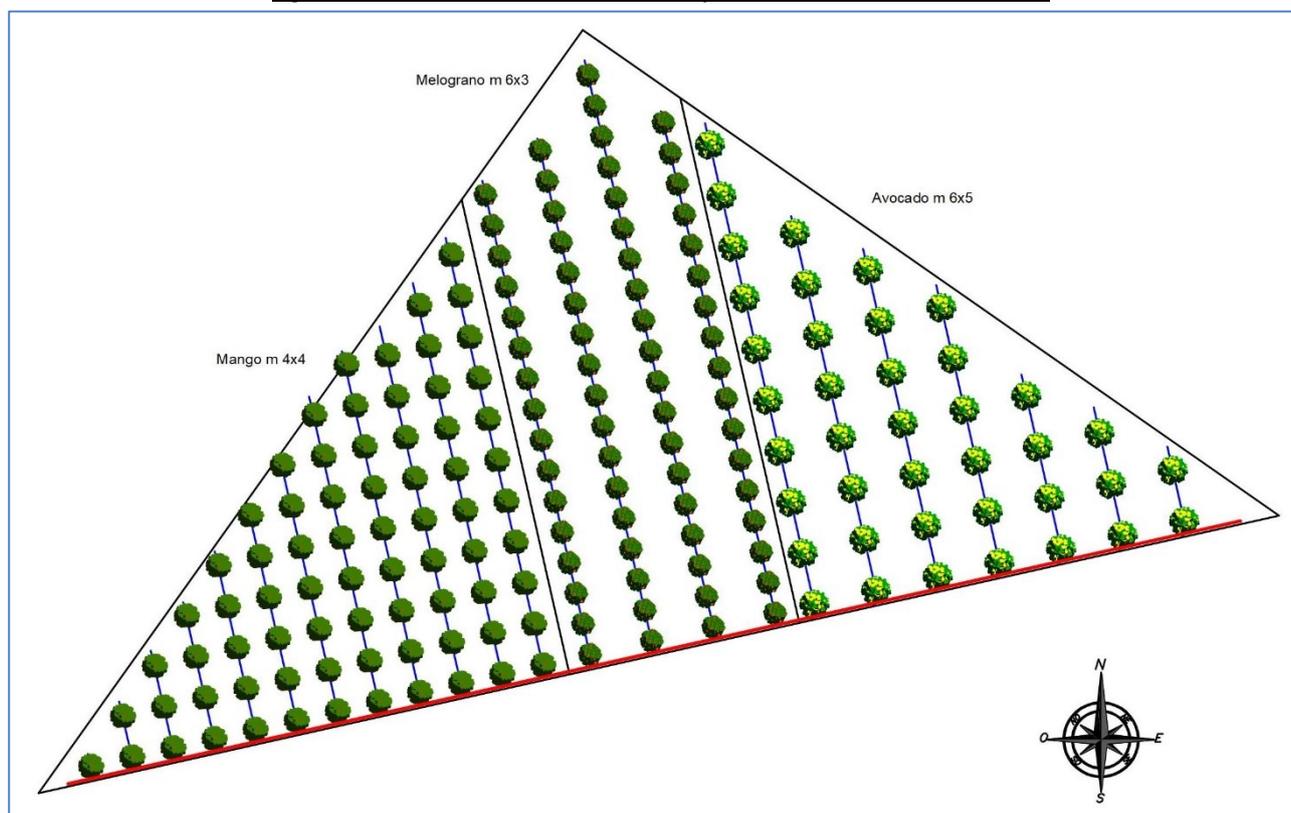
### 6.3 Sperimentazione su colture arboree

Per quanto concerne la ricerca sperimentale su colture arboree, sia mediterranee che sub-tropicali, vi è la disponibilità di un piccolo appezzamento di forma triangolare, esteso 3.600 m<sup>2</sup>, in prossimità del centro aziendale, sulla quale si intendono realizzare, anche a scopo didattico, le seguenti colture:

- Mango (*Mangifera indica*), coltura sub-tropicale, sesto m 4,00 x 4,00;
- Avocado (*Persea americana*), coltura sub-tropicale, sesto m 6,00 x 5,00;
- Melograno (*Punica granatum*), sesto m 6,00 x 3,00.

Si prevede di impiantare le colture arboree sperimentali secondo lo schema di cui alla figura seguente (Figura 6.7). Dato che si tratterà di un'area irrigua (con impianto a micro-portata), in rosso si indica la testa di settore e in blu le ali gocciolanti.

**Figura 6.7. Schema dell'area dedicata alla sperimentazione su colture arboree**



Alle pagine seguenti si descrivono le principali caratteristiche delle colture arboree per le quali si intende avviare sperimentazione nell'area.

### 6.3.1 Mango (*Mangifera indica*)

Si tratta di una pianta sempreverde, ramosa, che in natura può raggiungere i 35-40 m d'altezza e con una chioma anche di 10 m di diametro. La corteccia è resinosa, il legno è duro e ruvido, di colore rossastro. Le foglie sono alternate, semplici, lunghe 15-35 cm e larghe da 6 a 16 cm. Quando sono giovani sono di colore variabile, arancione/rosa, che diviene rapidamente vinaccia per cambiare finalmente al verde quando sono mature. I fiori sono raggruppati in infiorescenze a pannocchia lunghe 10-40 cm. Il colore del fiore è bianco rosato, con un odore che ricorda il mughetto. La fioritura è indotta da un prolungato (4-5 mesi) periodo di riposo della gemma terminale di ogni ramo. Tale riposo può avvenire indipendentemente per siccità, ridotta vigoria vegetativa o basse temperature. Se tale riposo non avviene, all'apertura la gemma presenterà uno sviluppo vegetativo e non floreale. La fruttificazione presenta una cascola elevata, e il frutto richiede da tre a sei mesi per maturare, a seconda delle cultivar. Chiaramente il miglioramento genetico è orientato ad abbreviare la durata di tale periodo. La forma è ovoidale, la polpa si presenta gialla/arancio, compatta, molto profumata e gustosa. La sua buccia può assumere diverse tonalità: verde, giallo, rosso, oppure un miscuglio di questi colori. Il peso di un mango può arrivare anche a 1 kg, ma la taglia commerciale ideale è di 300-500 g con una lunghezza di circa 10–14 cm. Se ne distinguono due tipi: la filippina-indonesiana, detta anche *Camboya*, con forma più allungata e colore giallo-verde, più dolce e meno fibrosa; e l'indiana, detta anche *Mulgoba*, con forma più grossa e compatta di colore variabile dal verde al rosso fino al viola: è la più presente nei mercati europei, in quanto più serbevole.

Il nocciolo occupa buona parte del frutto, ha una forma ovaloide e ha una lunghezza di 7-8 centimetri. Esso può essere ricoperto da fibre che non permettono di separarlo facilmente dal frutto. Frutti maturi e con la buccia hanno un odore resinoso e caratteristico.

La potatura generalmente non viene fatta prima del quarto anno dalla messa a dimora. Nei climi più freddi (rispetto alle esigenze della coltura) è consigliato di eliminare le pannocchie floreali dei primi anni per permettere alla pianta di acquisire vigore. Se la pianta, come nel nostro caso, deve essere mantenuta a una dimensione contenuta, la potatura di formazione dal quinto anno è importante. Fino a che la pianta non entra in produzione la fertilizzazione può essere fatta con concime ad alto contenuto di azoto; in seguito è meglio concimare con prodotti ad alto contenuto di fosforo e potassio, per evitare di favorire la crescita vegetativa.

Un elemento positivo di questa coltura è che richiede l'irrigazione solo nei primi anni. I frutti vanno raccolti acerbi, ben prima della maturità: questo, oltre ad evitare il danneggiamento da parte degli uccelli, consente di lavorarlo e trasportarlo facilmente.

Il mango può essere coltivato in quegli ambienti dove non avvengano gelate. In Italia viene ad oggi coltivato (a bassa altitudine e in zone particolari) in Sicilia (Figura 6.8), Calabria e Sardegna, pertanto nella nostra area di intervento può essere considerata una sperimentazione, anche se le caratteristiche pedoclimatiche del sito sembrano essere promettenti per buona la riuscita della coltura.

**Figura 6.8. Coltivazione di Mango con reti frangivento nel Messinese (Fonte: PapaMango – Az. Agr. Bianco).**

Il mango non è particolarmente esigente riguardo al suolo, sebbene sia fondamentale per la sopravvivenza della pianta che il terreno abbia un ottimo drenaggio. Elevati contenuti in azoto stimolano la crescita vegetativa e quindi possono presentare piante in ottima salute ma poco produttive.

La distribuzione ideale delle piogge, per il mango, sarebbe nella divisione di due stagioni, una calda e piovosa (estiva) e l'altra più fresca e asciutta, con 750-2.500 mm di pioggia nella stagione piovosa. Piogge fuori stagione favoriscono lo sviluppo di patogeni e soprattutto stimolano la crescita dell'albero piuttosto che la fioritura. Durante la maturazione i forti venti possono favorire la caduta del frutto per questo le aree del Sud Italia meno esposte al vento di scirocco sono più adatte alla coltivazione commerciale del mango, rispetto ad altre, anche se più calde.

Molte cultivar dalle caratteristiche pregevoli sono monoembrioniche e devono essere propagate per innesto, altrimenti la pianta figlia differisce dal genitore. Una cultivar monoembrionica molto diffusa è la *Alphonso*, un importante prodotto da esportazione.

Cultivar eccellenti in un clima possono crescere malissimo in un altro. Ad esempio alcune cultivar indiane come la *Julie*, una cultivar estremamente produttiva in Giamaica, in Florida richiede un trattamento annuale con il fungicida per superare l'antracnosi.

Il mercato mondiale al momento è dominato dalla cultivar *Tommy Atkins*, un semenzale della Haden, che fruttificò per la prima volta nella Florida del sud nel 1940. Inizialmente fu rifiutato dai ricercatori della Florida come cultivar commercialmente valida.

In Italia la *Kensington Pride* è la varietà che si è dimostrata più adatta al clima mediterraneo, ed è tra le più coltivate nella frutticoltura italiana del mango, assieme alla *Glenn* (che si sta recentemente dimostrando addirittura superiore alla *Kensington Pride* sia per produttività sia per caratteristiche organolettiche del frutto) e, anche se in misura minore, alla *Tommy Atkins*, *Keitt*, *Maya*, *Van Dyke*, *Osteen* e *Kent*.

Il mango è ricco di nutrienti: la polpa del frutto è ricca in fibre, vitamina C, polifenoli e carotenoidi; le vitamine antiossidanti A, C ed E sono presenti in una porzione da 165 grammi per il 25%, 76% e

9% della dose giornaliera consigliata; la vitamina B6, la vitamina K, le altre vitamine del gruppo B e altri nutrienti come il potassio, il rame, e 17 amminoacidi sono a un buon livello. La polpa e la buccia del mango contengono altri nutrienti, come i pigmenti antiossidanti - carotenoidi e polifenoli - e omega-3 e acidi grassi 6-polinsaturi.

La buccia del mango contiene pigmenti che possono avere proprietà antiossidanti, inclusi i carotenoidi, come la provitamina A, il beta-carotene, la luteina e l'alfa-carotene, polifenoli, come la quercetina, il kaempferolo, l'acido gallico, l'acido caffeico, catechine, tannini e lo xantone che si trova solo nel mango, la mangiferina, ognuno dei quali può contrastare l'azione dei radicali liberi in vari processi patologici, come è dimostrato dalla ricerca. Il contenuto in nutrienti e sostanze chimiche sembra variare a seconda delle cultivar. Fino a 25 diversi carotenoidi sono stati isolati dalla polpa del mango, il più presente dei quali è il beta-carotene, il quale è il responsabile della pigmentazione giallo-arancione dei frutti di molte specie di mango. La buccia e le foglie hanno anch'esse un significativo contenuto in polifenoli, inclusi gli xantoni, la mangiferina e l'acido gallico. Il triterpene del mango, il lupeolo in laboratorio è un efficace inibitore del cancro della prostata e della pelle. Un estratto di corteccia proveniente dai rami del mango, chiamato *Vimang*, isolato da scienziati cubani, contiene numerosi polifenoli con proprietà antiossidanti in vitro.

In base alle pubblicazioni in merito ai risultati della produzione di mango in Sicilia, un mangheto adulto nelle migliori condizioni producibili nel Mediterraneo è in grado di produrre in media circa 130 q/ha di prodotto. Il prezzo di vendita franco azienda, alla data odierna, risulta molto elevato (240,00 €/q).

Il sesto di impianto sarà pari a m 4x4 - pertanto nel nostro caso su 1.200 m<sup>2</sup> avremo n. 75 piante - e i lavori pre-impianto sono analoghi a quelli di tutte le colture arboree comuni: dissodamento con aratro da scasso o ripper (70-80 cm di profondità), concimazione di fondo, amminutamento e livellamento del terreno. Date le caratteristiche del sito, già sfruttato per la produzione di energia elettrica da fonte eolica, sarà indispensabile l'installazione delle reti franginetto. È inoltre prevista l'installazione dell'impianto di irrigazione a goccia.

### 6.3.2 Avocado (*Persea americana*)

La pianta di avocado è di origine tropicale, ma la sua coltivazione è anche diffusa in alcune zone del bacino del Mediterraneo, in particolar modo in Spagna e in Israele. Una presenza limitata viene registrata anche in Portogallo, Grecia e Corsica oltre al Sud Italia.

L'avocado è una pianta a rapido accrescimento, infatti, entra in produzione a circa tre anni di età, raggiungendo la fase di piena produzione già dal settimo anno.

La coltivazione dell'avocado, nonostante sia una pianta di origine tropicale, si adatta ad una grande varietà di tipologie di clima, da quello mediterraneo a quello subtropicale. Tuttavia, è una pianta sensibile nei confronti delle basse temperature: infatti, temperature sotto lo zero per periodi di tempo anche limitati possono arrecare dei danni. Una lieve gelata può provocare danni solo sulle

foglie, mentre gelate più prolungate possono compromettere la produzione e causare danni ai rami, ai fiori e ai frutti, causando anche la morte delle piante più giovani.

Per quanto riguarda gli impianti di avocado in zone ventose, è importante proteggere le piante con barriere frangivento.

La coltivazione dell'avocado può essere effettuata su molte tipologie di terreno. Tuttavia è da preferire un suolo con terreno sciolto e senza ristagno idrico, in modo da evitare l'asfissia radicale e favorire lo sviluppo di malattie fungine. È preferibile che il pH del terreno sia neutro.

A seconda delle caratteristiche pedologiche e climatiche è di fondamentale importanza la scelta del giusto portainnesto di avocado (*Duke 7*, *Toro Canyon*, ecc.) che può influenzare notevolmente la buona riuscita dell'impianto.

Le distanze tra le piante di avocado sono variabili a seconda delle caratteristiche del terreno e del tipo di allevamento adottato. Generalmente sono adottati sestri a bassa densità 7x7 m (circa 200 piante/ha), a media densità 6x5 m (circa 400 piante/ha, scelto nel nostro caso, che permetterà di piantare n. 40 piante) e recentemente si stanno sperimentando impianti ad alta densità 2,5x2,5 m (circa 1.000 piante/ha) e (in Cile) ad altissima densità, fino a 2500 piante per ettaro. Inoltre, per una migliore utilizzazione della superficie durante il primo periodo di lavorazione e per conseguire maggiori rendimenti per ettaro, in alcuni paesi si sta affermando il ricorso a sestri dinamici 4x4 che con le successive estirpazioni presentano un sesto di 8x8.

L'impianto di avocado, in linea generale, non deve essere monovarietale, ma bisogna introdurre contemporaneamente cultivar dei gruppi A (es. Varietà *Hass*) e dei gruppi B (es. Varietà *Bacon*) per favorire l'impollinazione. Tuttavia è stato riscontrato come, nei paesi della fascia del Mediterraneo, il meccanismo che impedisce l'impollinazione tra piante dello stesso gruppo florale funziona in modo meno rigido, tant'è che si possono incontrare casi di piante che si autoimpollinano. È stato comunque accertato che la *Bacon* (appartenente al gruppo B) inserita in piccola percentuale (circa 5%) aumenta la produttività della *Hass* e di altre varietà del gruppo A.

L'avocado non ha bisogno di molte potature e nei primi anni di vita si lascia crescere liberamente, intervenendo solo negli anni successivi con lo scopo di ridimensionare la pianta e ridurre l'alternanza produttiva. Per quanto riguarda la quantità di acqua necessaria, si può fare riferimento alle esigenze di un agrumeto, con un fabbisogno quindi stimato tra i 6.000 e i 10.000 metri cubi all'anno. Tuttavia occorre tenere in considerazione che l'avocado è maggiormente sensibile alla qualità dell'acqua e, pertanto, non si dovrebbero superare concentrazioni di cloruri di 110 ppm e 350 ppm a seconda che si tratti, rispettivamente, di un portainnesto sensibile o tollerante. Il piano di concimazione dell'avocado non è molto diverso rispetto a quello degli agrumi, tuttavia si devono impiegare dosi inferiori di azoto, corrispondenti a circa 150 kg in un terreno dotato di buona fertilità; il fosforo e il potassio, invece, devono essere riforniti a seconda della disponibilità del terreno.

L'avocado viene coltivato in Italia in alcune regioni del Sud, prevalentemente in Calabria e in Sicilia Orientale. La coltivazione dell'avocado in Italia è limitata solo a poche aree a causa delle basse temperature invernali che non consentono un'adeguata attività vegetativa e riproduttiva delle varietà più pregiate.

Esistono centinaia di varietà di avocado, ma le più diffuse sono le seguenti:

- *Hass*: è la cultivar più diffusa a livello mondiale sia per l'elevata produttività sia per le caratteristiche organolettiche che la rendono la più apprezzata dai consumatori. Il frutto presenta una forma ovoidale, con buccia di colore verde che diventa scura con la maturazione. La raccolta, nell'emisfero meridionale, avviene da aprile a luglio, in quello settentrionale da dicembre ad aprile.
- *Fuerte*: una varietà che presenta un frutto con una buccia spessa di colore verde e una polpa di buona qualità.
- *Bacon*: è una cultivar dalla buccia verde e liscia, caratterizzata da una maturazione precoce (ottobre-novembre nel Sud Italia).

Tra i principi attivi dell'avocado si riscontrano: olio grasso, acido grasso linolenico omega 3 (10%~30%), rinomati per le loro proprietà antinfiammatorie; antiossidanti, proteine, carboidrati, zucchero, aminoacidi, vitamina A, vitamina D, vitamina E, potassio. Le vitamine presenti nell'avocado aiutano il nostro organismo a proteggersi dall'invecchiamento, a rafforzare la vista e le difese immunitarie. L'avocado è una fonte preziosa di sali minerali e come tutti gli alimenti di origine vegetale, esso non contiene colesterolo. L'avocado è anche una fonte di carotenoidi, il cui assorbimento da parte del nostro organismo è facilitato dal contenuto lipidico di questo frutto.

La vitamina A e la vitamina E presenti nell'avocado svolgono il ruolo di antiossidanti naturali e proteggono in questo modo il nostro organismo, sia dall'invecchiamento che dalle malattie degenerative, aiutandolo a proteggersi dall'azione dei radicali liberi. La quantità di potassio presente in un avocado è paragonabile a quella apportata dal consumo di tre banane. L'apporto di potassio è utile al nostro organismo per regolare la pressione sanguigna e per reintegrare i sali minerali persi a causa della sudorazione, soprattutto durante la stagione estiva e durante un allenamento. Il contenuto di omega 3, vitamine e sali minerali dell'avocado è benefico anche per la nostra pelle e per i capelli, con un'azione che può avvenire sia dall'interno, con il consumo dell'avocado come alimento, sia dall'esterno, con l'utilizzo della polpa di avocado per preparare maschere e impacchi. L'apporto calorico medio della polpa di avocado si attesta su 231 kcal/100 g.

### 6.3.3 Melograno (*Punica granatum*)

Il melograno (*Punica granatum*) è una pianta appartenente alla famiglia delle Lythraceae (precedentemente in Punicaceae), originaria della regione compresa tra l'Iran e la catena himalayana, oltre presente sin dall'antichità nel Caucaso e nell'intera Macchia mediterranea. Il frutto viene chiamato melagrana ed è coltivato da millenni.

Il melograno è originario dell'Asia sud-occidentale. In Asia è attualmente coltivato ampiamente nel Caucaso in Armenia, Azerbaigian, Iran, Afghanistan, Turchia, Israele, e nelle parti più aride del Sud-Est Asiatico, dall'Arabia al Pakistan, India, Malaysia, Indonesia; è inoltre coltivato nelle regioni aride dell'Africa tropicale. È presente da epoca preistorica nell'area costiera del Mediterraneo, risulta

storicamente che vi sia stato diffuso dai Fenici, dai Greci, dai Romani e in seguito dagli Arabi. Fu introdotto in America Latina dai colonizzatori spagnoli nel 1769, ed è attualmente coltivato ampiamente anche in Messico e negli Stati Uniti d'America (California e Arizona).

La pianta ha una forte tendenza a produrre polloni radicali e a costituire una boscaglia fitta, è un piccolo albero o un arbusto con portamento cespuglioso ed è caducifoglie e latifoglie. Può raggiungere i 5-6 metri di altezza e vivere anche oltre 100 anni.

Le foglie sono opposte o sub opposte, lucide, strette ed allungate, intere, larghe 2 cm e lunghe 4–7 cm. La perdita invernale delle foglie è tardiva rispetto ad altre specie cedue, avviene al finire dell'autunno o inizio dell'inverno.

I fiori sono, nella specie botanica, di un vivo colore rosso, di circa 3 cm di diametro e hanno tre-quattro petali (molti di più in alcune varietà orticole, alcune varietà da orto o da giardino sono coltivate solo per i fiori, alcune varietà sono a colore bianco o rosato). La fioritura avviene a maggio. Il frutto (*melagrana* o *granata*) è una bacca (detta *balausta*) di consistenza molto robusta, con buccia molto dura e coriacea, ha forma rotonda o leggermente allungata, a volte sub-esagonale, con diametro da 5 a 12 cm e con dimensione fortemente condizionata dalla varietà e, soprattutto, dalle condizioni di coltivazione. Il frutto ha diverse partizioni interne robuste che svolgono funzione di placentazione ai semi, detti arilli (fino a 600 ed oltre per frutto) separati da una membrana detta cica. I semi, di colore rosso, in alcune varietà sono circondati da una polpa traslucida colorata dal bianco al rosso rubino, più o meno acidula e, nelle varietà a frutto commestibile, dolce e profumata. Il frutto reca in posizione apicale (opposta al picciolo) una caratteristica robusta corona a quattro-cinque pezzi, che sono residui del calice florale. Il frutto matura a ottobre-novembre, a seconda delle varietà.

La cultivar tipica dell'Italia è la "Dente di cavallo", è quella più adatta al clima della penisola e più resistente al freddo rispetto ad altre cultivar; i chicchi sono di un colore rosso vivo e sono dolci e poco aciduli rispetto ad altre. Le varietà sono numerosissime, data anche la notevole variabilità della specie. Si differenziano per dimensione, colore, epoca di maturazione, oltre che per il frutto più o meno acidulo o dolce. A titolo di esempio: in Iran sono state censite dall'Istituto Agricolo di Ricerca di Yazd. Le varietà più note sono: Soveh, Sioh, Rabob, Aghaei, Ardestony, Shisheh cap, Shirin Shahvor, Bajestony, Malas e Daneh Siah, Touq Gardan, Khazar, Shecar e Ashraf (Behshahr), Wonderful One (usata anche in farmaceutica), Ako, Alak, Arous, Farouq, Rahab, Khafar e Shiraz, Ferdous e Khorasan, Bi daneh Sangan. Molte varietà sono autosterili, quindi per avere la fruttificazione occorre impiantare, o avere presenti, almeno due varietà diverse per l'impollinazione. Per chiarimento: le piante originate da due semi diversi sono varietà diverse, due piante innestate con la stessa varietà sono lo stesso clone e quindi non sono varietà diverse. Alcune varietà sono parzialmente autofertili e con una sola varietà la produzione sarebbe limitata, perciò si avvantaggiano comunque dell'impollinazione incrociata (entro qualche decina di metri).

La coltivazione e consumo del frutto del melograno nella fascia che va dall'Armenia all'Azerbaigian, Iran, Afghanistan, Israele, Palestina ed Egitto è documentata per il ritrovamento risalente a diversi millenni fa di reperti archeologici di residui di semi e bucce in focolari.

La coltivazione non pone difficoltà di rilievo. Il portamento ad albero isolato è favorito dalla asportazione dei getti accessori che si dipartono dalla base del fusto e dalle radici. Una limitazione della propagazione vegetativa migliora la produzione dei frutti.

Il melograno è una pianta resistente all'arido estivo ed alle temperature invernali tipiche del Mediterraneo; in tali condizioni è straordinariamente resistente ad ogni tipo di malattia. In ambiente inadatto, eccessivamente umido o piovoso, in estate è soggetto a marciumi radicali. In ambiente ben drenato resiste agevolmente a -10 °C.

La sola condizione richiesta è la coltivazione in ambiente secco e ben drenato, con elevata insolazione; non esistono esigenze particolari di suolo, anche se ovviamente per produzioni fruttifere di rilievo è necessaria una adeguata profondità e moderata concimazione. Irrigazioni di soccorso sono utili solo in caso di estrema siccità o con suoli desertici o poco profondi.

Si propaga per semina, ma in tal caso non sono assicurate le caratteristiche della pianta madre, si moltiplica più frequentemente in primavera per talea semilegnosa o per margotta, con una certa difficoltà per innesto. Nelle moltiplicazioni vegetative le caratteristiche varietali sono conservate.

Esistono oltre 300 ibridi, il centro israeliano dell'Università Ebraica di Gerusalemme è il maggior centro mondiale per la ricerca e l'ibridazione e si avvale di coltivatori provenienti da tutto il mondo per verificare l'efficacia delle piantagioni. Per l'Italia il maggior produttore è l'italo-israeliano Uzi Cairo. Nel nostro caso utilizzeremo un sesto di m 6x3 su 1.200 m<sup>2</sup> (n. 68 piante).

#### **6.4 Attività apistica e produzione mellifera (dal 3° anno di attività)**

Gli spazi disponibili e le colture scelte, in particolare quelle arboree, consentono lo sfruttamento dell'area anche per l'attività apistica.

Larga parte delle colture (circa l'80% delle specie arboree ed ortive coltivate) si affida all'impollinazione entomofila, tanto che in orticoltura (in particolare in serra) comunemente si acquistano e utilizzano numerose (e costosissime) colonie di bombi (*Bombus* spp.) in scatola prodotte da aziende specializzate, che hanno una durata limitata ad una sola annata.

In molte aziende frutticole è invece piuttosto comune ospitare le arnie di un apicoltore solo durante il periodo di fioritura (la c.d. *apicoltura nomade*), proprio al fine di ottenere una maggiore impollinazione e di conseguenza un maggior tasso di allegazione dei fiori.

Da ciò si intuisce che l'attività apistica in azienda, se ben gestita, consente di ottenere un importante e costante vantaggio nell'impollinazione dei fiori oltre, chiaramente, all'ottenimento dei prodotti dell'alveare: miele, propoli, pappa reale, cera.

L'attività apistica è programmata per essere avviata a partire dal 3° - 4° anno dalla realizzazione delle opere di miglioramento fondiario, in quanto è consigliabile attendere lo sviluppo, almeno parziale, delle piante arboree da frutto presenti. Quest'attività si inserisce in un più ampio progetto sociale, in particolare sotto l'aspetto didattico con il coinvolgimento di Istituti Tecnici e Università, per l'inserimento nel mondo del lavoro di soggetti con problematiche pregresse o, più semplicemente, di chiunque desideri apprendere una tecnica per poi avviare una propria attività imprenditoriale.

## 7 MANODOPERA E MEZZI DA IMPIEGARE NELL'ATTIVITÀ AGRICOLA

### 7.1 Incremento nel fabbisogno di manodopera e risvolti positivi nell'occupazione

Data la complessità del progetto e, più in particolare, delle colture che si intende praticare, si dovrà necessariamente prevedere un forte incremento in termini di manodopera con l'impianto agrovoltatico a regime rispetto alla situazione attuale (Tab. 7.1). Il calcolo è stato eseguito considerando le tabelle ettaro coltura della Regione Puglia (fabbisogno ore annue per ettaro). Considerando che 2.200 ore annue equivalgono a 1 Unità Lavorativa Uomo (ULU), con l'intervento a regime si avrà nel complesso un **incremento occupazionale pari a 2,08 ULU**.

**Tabella 7.1. Differenze in fabbisogno di manodopera per la gestione delle superfici. Situazione ante e post intervento.**

Colture	[ULA/ha]	Estensione ante [ha]	ULA ante	Estensione post [ha]	ULA post	Δ [ULA post - ULA ante]
Seminativo (grano duro)	30	44,60	1.338,00	0,00	0,00	-1.338,00
Erbaio polifita	55	44,60	-	67,97	3.738,35	3.738,35
Colture arboree sub-tropicali	500	-	-	0,36	180,00	180,00
Ulivo - olive da olio	400	-	-	2,83	1.132,00	1.132,00
Mandarlo	220	-	-	3,49	767,80	767,80
Ficodindia	170	-	-	0,62	105,40	105,40
Altre superfici	-	-	-	13,93	-	-
<b>TOTALE</b>		<b>89,20</b>	<b>1.338,00</b>	<b>89,20</b>	<b>5.923,55</b>	<b>4.585,55</b>

### 7.2 Mezzi agricoli necessari per la corretta gestione dell'attività agricola

Oltre ai mezzi meccanici specifici che dovranno essere acquisiti per lo svolgimento delle lavorazioni agricole di ciascuna coltura, ed ampiamente descritti al paragrafo 6, la gestione richiede necessariamente l'impiego di una trattore gommata convenzionale da frutteto.

In considerazione della superficie da coltivare e delle attività da svolgere, la trattore gommata dovrà essere di media potenza (65 kW) e con la possibilità di installare un elevatore frontale. Si faccia riferimento alla Figura 7.1 per le caratteristiche tecniche della trattore.

**Figura 7.1: Dimensioni caratteristiche di un trattore da frutteto con cabina ribassata (Fonte: CNH)**



Dimensioni	mm
Larghezza totale min. - max.	1.368 - 1.868
Altezza cabina profilo standard min. - max.	2.075 - 2.150
Altezza cabina profilo ribassato min. - max.	1.804 - 1.879
Passo	1.923
Lunghezza totale min. - max.	3.681 - 3.781

Per lo svolgimento delle attività gestionali della fascia arborea sarà acquistato un compressore portato, da collegare alla PTO del trattore (Figura 7.2).

**Figura 7.2: Compressore PTO per il funzionamento di strumenti pneumatici per l'arboricoltura e scuotitore motorizzato per la raccolta (Foto: Campagnola)**



Questo mezzo, relativamente economico, consentirà di collegare vari strumenti per l'arboricoltura - quali forbici e seghetti per la potatura, e abbacchiatori per la raccolta di mandorle/olive - riducendo al minimo lo sforzo degli operatori.

Per tutte le lavorazioni la società di gestione acquisterà una trattoria convenzionale ed una trattoria specifica da frutteto.

Per quanto concerne l'operazione di potatura, durante il periodo di accrescimento delle colture arboree (circa 3 anni per il mandorlo, 5 per l'ulivo), le operazioni saranno eseguite a mano, anche con l'ausilio del compressore portato. Successivamente si potranno impiegare specifiche macchine a doppia barra di taglio (verticale e orizzontale per regolarne l'altezza), installate anteriormente alla trattoria (Figura 7.3), per poi essere rifinite con un passaggio a mano.

**Figura 7.3: Esempio di potatrice meccanica frontale a doppia barra (taglio verticale + topping) utilizzabile su tutti le colture arboree intensive e superintensive (Foto: Rinieri S.r.l.)**



Per la concimazione si utilizzerà uno spandiconcime localizzato mono/bilaterale per frutteti, per distribuire le sostanze nutritive in prossimità dei ceppi (Figura 7.4).

**Figura 7.4: esempio di spandiconcime localizzato mono/bilaterale per frutteti (Foto: EuroSpand)**



I trattamenti fitosanitari sul mandorlo e sull'olivo, come indicato in precedenza, sono piuttosto ridotti ma comunque indispensabili. Nel caso del mandorlo, si effettuerà un trattamento invernale con idrossido di rame in post-potatura ed alcuni trattamenti contro gli afidi e la *Monostera unicostata* (la c.d. "cimicetta del mandorlo"); nel caso dell'olivo, lo stesso trattamento a legno con idrossido di rame e, se rilevato dal monitoraggio, un trattamento contro la mosca dell'olivo (*Bactrocera oleae*). Sulle giovani piante di olivo, al fine di prevenire infestazioni di oziorinco (*Otiorhynchus cribricollis*) sulle foglie, dovranno essere legati degli elementi in lana di vetro alla base dei tronchi, per impedire la salita degli insetti dal suolo.

Saranno inoltre effettuati alcuni trattamenti di concimazione fogliare mediante turboatomizzatore dotato di getti orientabili che convogliano il flusso solo su un lato (Figura 7.5).

**Figura 7.5: Esempi di turboatomizzatore portato e trainato con getti orientabili per trattamenti su uno o entrambi i lati del frutteto (Foto: Nobili S.r.l.)**



Per quanto il mandorlo sia una pianta perfettamente adatta alla coltivazione in regime asciutto, quantomeno pre le prime fasi di crescita, è previsto l'impiego di un carro botte per l'irrigazione delle piantine nel periodo estivo, ed è valutata l'ipotesi di realizzare un impianto di irrigazione a goccia. Non è necessario acquisire tutti i mezzi meccanici in un'unica soluzione. In un primo periodo, una volta conclusi i lavori di installazione dell'impianto, l'azienda dovrà dotarsi del seguente parco macchine:

- Trattatrice gommata da frutteto
- Trattatrice da orto
- Fresatrice interceppo
- Aratro leggero
- Erpice snodato
- Seminatrice
- Irroratore portato per trattamenti su seminativo
- Turbo-atomizzatore
- Spandiconcime
- Barra falciante
- Carro botte
- Rimorchio agricolo
- Compressore PTO

È prevista inoltre la realizzazione di un ricovero per i mezzi sopra elencati.

## 8 COSTI DI REALIZZAZIONE DEI MIGLIORAMENTI FONDIARI

Per la stima dei costi di realizzazione delle opere e degli impianti sopra descritti, non essendo presente il prezzario agricoltura della Regione Puglia, è stato utilizzato il Prezzario Agricoltura Regione Sicilia 2015, attualmente in uso. Tutti i valori di costo indicati vanno considerati come prezzi medi, e in molti casi sono suscettibili a variazioni piuttosto elevate, pari a  $\pm 20\%$ . Le voci non presenti in prezzario derivano da ricerca presso fornitori, e vengono indicati come N.P.0 (Nuovo Prezzo N.).

Area di mitigazione - Tipo A (una fila di ulivo, due file di mandorlo)					
Articolo	Descrizione	U.d.m.	Prezzo	Quantità	Costo
<b>Lavorazioni di base:</b>					
B.1.5	Lavorazione andante, eseguita con macchina di adeguata potenza, mediante scasso del terreno alla profondità di cm 60-80, compreso l'amminutamento mediante due passate in croce.	€/ha	€ 900,00	4,000	€ 3.600,00
B.1.2.2	Movimento di terra da effettuarsi con mezzi meccanici per il livellamento superficiale del terreno.	€/ha	€ 900,00	4,000	€ 3.600,00
B.3.6.6	Concimazione minerale di fondo con fertilizzanti fosfatici e potassici.	€/ha	€ 600,00	4,000	€ 2.400,00
<b>Operazioni impianto coltura di ulivo:</b>					
B.3.3.1	Acquisto di piantine di ulivo, fornite con fitocella, innestate di due anni o autoradicate, varietà da olio o da mensa.	€/cad.	€ 5,00	646	€ 3.230,00
B.3.3.2	Acquisto di pali tutori	€/cad.	€ 2,00	646	€ 1.292,00
B.3.3.3	Trasporto piantine dal vivaio all'azienda	€/cad.	€ 1,00	646	€ 646,00
B.3.3.4	Concimazione di impianto	€/cad.	€ 1,30	646	€ 839,80
B.3.3.5	Messa a dimora delle piantine (squadatura, scavo buca, ecc.)	€/cad.	€ 5,00	646	€ 3.230,00
<b>Operazioni impianto coltura di mandorlo:</b>					
B.3.5.1.5	Acquisto di piantine di mandorlo innestate di 2 anni	€/cad.	€ 8,00	1.292	€ 10.336,00
B.3.5.3	Acquisto di pali tutori	€/cad.	€ 1,30	1.292	€ 1.679,60
B.3.5.4	Trasporto piantine dal vivaio all'azienda	€/cad.	€ 1,00	1.292	€ 1.292,00
B.3.5.5	Concimazione di impianto	€/cad.	€ 1,30	1.292	€ 1.679,60
B.3.5.6	Messa a dimora di fruttiferi compreso di squadatura del terreno, formazione buca, rinterro buca, messa in opera dei paletti tutori e sostituzione delle fallanze nella misura massima del 5%	€/cad.	€ 4,00	1.292	€ 5.168,00
Area di mitigazione - Tipo B (mandorlo su una fila)					
Articolo	Descrizione	U.d.m.	Prezzo	Quantità	Costo
<b>Lavorazioni di base:</b>					
B.1.5	Lavorazione andante, eseguita con macchina di adeguata potenza, mediante scasso del terreno alla profondità di cm 60-80, compreso l'amminutamento mediante due passate in croce.	€/ha	€ 900,00	0,6400	€ 576,00
B.1.2.2	Movimento di terra da effettuarsi con mezzi meccanici per il livellamento superficiale del terreno.	€/ha	€ 900,00	0,6400	€ 576,00
B.3.6.6	Concimazione minerale di fondo con fertilizzanti fosfatici e potassici.	€/ha	€ 600,00	0,6400	€ 384,00
<b>Operazioni impianto coltura di mandorlo:</b>					
B.3.5.1.5	Acquisto di piantine di mandorlo innestate di 2 anni	€/cad.	€ 8,00	310	€ 2.480,00
B.3.5.3	Acquisto di pali tutori	€/cad.	€ 1,30	310	€ 403,00
B.3.5.4	Trasporto piantine dal vivaio all'azienda	€/cad.	€ 1,00	310	€ 310,00
B.3.5.5	Concimazione di impianto	€/cad.	€ 1,30	310	€ 403,00
B.3.5.6	Messa a dimora di fruttiferi compreso di squadatura del terreno, formazione buca, rinterro buca, messa in opera dei paletti tutori e sostituzione delle fallanze nella misura massima del 5%	€/cad.	€ 4,00	310	€ 1.240,00
Area di mitigazione - Tipo C (1 fila di ulivo, 1 fila di ficodindia)					
Articolo	Descrizione	U.d.m.	Prezzo	Quantità	Costo
<b>Lavorazioni di base:</b>					
B.1.5	Lavorazione andante, eseguita con macchina di adeguata potenza, mediante scasso del terreno alla profondità di cm 60-80, compreso l'amminutamento mediante due passate in croce.	€/ha	€ 900,00	1,4256	€ 1.283,04
B.1.2.2	Movimento di terra da effettuarsi con mezzi meccanici per livellamento superficiale del terreno.	€/ha	€ 900,00	1,4256	€ 1.283,04
B.3.6.6	Concimazione minerale di fondo con fertilizzanti fosfatici e potassici.	€/ha	€ 600,00	1,4256	€ 855,36
<b>Operazioni impianto coltura di ulivo:</b>					
B.3.3.1	Acquisto di piantine di ulivo, fornite con fitocella, innestate di due anni o autoradicate, varietà da olio o da mensa.	€/cad.	€ 5,00	690	€ 3.450,00
B.3.3.2	Acquisto di pali tutori	€/cad.	€ 2,00	690	€ 1.380,00
B.3.3.3	Trasporto piantine dal vivaio all'azienda	€/cad.	€ 1,00	690	€ 690,00
B.3.3.4	Concimazione di impianto	€/cad.	€ 1,30	690	€ 897,00
B.3.3.5	Messa a dimora delle piantine (squadatura, scavo buca, ecc.)	€/cad.	€ 5,00	690	€ 3.450,00
<b>Operazioni impianto coltura di ficodindia:</b>					
B.3.5.1.7	Acquisto talee di ficodindia	€/cad.	€ 8,00	1550	€ 12.400,00
B.3.5.4	Trasporto piantine dal vivaio all'azienda	€/cad.	€ 1,00	1550	€ 1.550,00
B.3.5.5	Concimazione di impianto	€/cad.	€ 1,30	1550	€ 2.015,00
B.3.5.6	Messa a dimora di fruttiferi compreso di squadatura del terreno, formazione buca, rinterro buca, messa in opera dei paletti tutori e sostituzione delle fallanze nella misura massima del 5%	€/cad.	€ 4,00	1550	€ 6.200,00

<b>Area di mitigazione - Tipo D (Ulivo e mandorlo)</b>					
Articolo	Descrizione	U.d.m.	Prezzo	Quantità	Costo
<b>Lavorazioni di base:</b>					
B.1.5	Lavorazione andante, eseguita con macchina di adeguata potenza, mediante scasso del terreno alla profondità di cm 60-80, compreso l'amminutamento mediante due passate in croce.	€/ha	€ 900,00	0,4132	€ 371,88
B.1.2.2	Movimento di terra da effettuarsi con mezzi meccanici per il livellamento superficiale del terreno.	€/ha	€ 900,00	0,4132	€ 371,88
B.3.6.6	Concimazione minerale di fondo con fertilizzanti fosfatici e potassici.	€/ha	€ 600,00	0,4132	€ 247,92
<b>Operazioni impianto coltura di ulivo:</b>					
B.3.3.1	Acquisto di piantine di ulivo, fornite con fitocella, innestate di due anni o autoradicate, varietà da olio o da mensa.	€/cad.	€ 5,00	100	€ 500,00
B.3.3.2	Acquisto di pali tutori	€/cad.	€ 2,00	100	€ 200,00
B.3.3.3	Trasporto piantine dal vivaio all'azienda	€/cad.	€ 1,00	100	€ 100,00
B.3.3.4	Concimazione di impianto	€/cad.	€ 1,30	100	€ 130,00
B.3.3.5	Messa a dimora delle piantine (squadatura, scavo buca, ecc.)	€/cad.	€ 5,00	100	€ 500,00
<b>Operazioni impianto coltura di mandorlo:</b>					
B.3.5.1.5	Acquisto di piantine di mandorlo innestate di 2 anni	€/cad.	€ 8,00	100	€ 800,00
B.3.5.3	Acquisto di pali tutori	€/cad.	€ 1,30	100	€ 130,00
B.3.5.4	Trasporto piantine dal vivaio all'azienda	€/cad.	€ 1,00	100	€ 100,00
B.3.5.5	Concimazione di impianto	€/cad.	€ 1,30	100	€ 130,00
B.3.5.6	Messa a dimora di fruttiferi compreso di squadatura del terreno, formazione buca, rinterro buca, messa in opera dei paletti tutori e sostituzione delle fallanze nella misura massima del 5%	€/cad.	€ 4,00	100	€ 400,00
<b>Aree impianto colture arboree sperimentali di mango, avocado, melograno</b>					
Articolo	Descrizione	U.d.m.	Prezzo	Quantità	Costo
<b>Lavorazioni di base:</b>					
B.1.5	Lavorazione andante, eseguita con macchina di adeguata potenza, mediante scasso del terreno alla profondità di cm 60-80, compreso l'amminutamento mediante due passate in croce.	€/ha	€ 900,00	0,3600	€ 324,00
B.1.2.2	Movimento di terra da effettuarsi con mezzi meccanici per livellamento superficiale del terreno.	€/ha	€ 900,00	0,3600	€ 324,00
B.3.6.6	Concimazione minerale di fondo con fertilizzanti fosfatici e potassici.	€/ha	€ 600,00	0,3600	€ 216,00
<b>Operazioni impianto coltura di mango:</b>					
B.3.5.2.2	Acquisto di piantine innestate certificate di fruttiferi tropicali e sub-tropicali	€/cad.	€ 13,50	183	€ 2.470,50
B.3.5.3	Acquisto di pali tutori	€/cad.	€ 1,30	183	€ 237,90
B.3.5.4	Trasporto piantine dal vivaio all'azienda	€/cad.	€ 1,00	183	€ 183,00
B.3.5.5	Concimazione di impianto	€/cad.	€ 1,30	183	€ 237,90
B.3.5.6	Messa a dimora di fruttiferi compreso di squadatura del terreno, formazione buca, rinterro buca, messa in opera dei paletti tutori e sostituzione delle fallanze nella misura massima del 5%	€/cad.	€ 4,00	183	€ 732,00
<b>Impianto irriguo a microportata su rete idrica pre-esistente:</b>					
N.P.1	Acquisto ed installazione impianto irriguo a microportata per impianti arborei.	€/ha	€ 10.000,00	0,3600	€ 3.600,00
<b>TOTALE COSTI PER LAVORI DI MIGLIORAMENTO FONDIARIO</b>					<b>€ 93.125,42</b>

## 9 COSTI DI GESTIONE E RICAVI ATTESI

Per quanto concerne le colture arboree, è possibile ipotizzare abbastanza facilmente un piano sostenibile di costi e ricavi. Per quanto invece riguarda le colture orticole, data la grande diversificazione delle produzioni previste e la forte variabilità dei prezzi, è possibile basarsi sulle produzioni lorde standard (PLS) della Regione Puglia.

### 9.1 Produzioni Lorde Standard (PLS)

Le produzioni lorde standard (PLS), redatte da RICA-INEA per la Regione Puglia, per le colture scelte sono indicate alla tabella seguente. L'incremento in termini di produzione lorda standard risulta essere elevatissimo, a parità di estensione coltivata:

Colture	[PLS/ha]	Estensione ante [ha]	PLV ante	Estensione post [ha]	PLV post	Δ [PLV post - PLV ante]
Seminativo (grano duro)	842,12 €	44,60	37.558,55	0,00	0,00 €	-37.558,55 €
Erbaio polifita	634,27 €	44,60	28.288,44	67,97	43.111,33 €	14.822,89 €
Colture arboree sub-tropicali	11.382,35 €	-	-	0,36	4.097,65 €	4.097,65 €
Ulivo - olive da olio	2.084,21 €	-	-	2,83	5.898,31 €	5.898,31 €
Mandorlo	3.598,67 €	-	-	3,49	12.559,36 €	12.559,36 €
Ficodindia	12.459,89 €	-	-	0,62	7.725,13 €	7.725,13 €
Altre superfici	-	-	-	13,93	-	-
<b>TOTALE</b>		<b>89,20</b>	<b>65.846,99</b>	<b>89,20</b>	<b>73.391,78 €</b>	<b>7.544,79 €</b>

### 9.2 Colture arboree

#### 9.2.1 Ulivo

Per quanto concerne l'ulivo, i calcoli vengono effettuati considerando un impianto adulto (8 anni), con valori di produzione accettabili per un oliveto irriguo (kg 30/pianta). Non si indicano valori più elevati per via della produttività molto variabile, molto frequente su questa coltura.

Voci di costo	[€/ha]	ha	€
Concimazioni	200,00 €	2,83	566,00 €
Trattamenti fitosanitari	100,00 €	2,83	283,00 €
Operazioni colturali	500,00 €	2,83	1.415,00 €
Manodopera	2.000,00 €	2,83	5.660,00 €
Irrigazione	120,00 €	2,83	339,60 €
Trasporti	50,00 €	2,83	141,50 €
<b>TOTALE COSTI VARIABILI DI GESTIONE</b>	<b>2.970,00 €</b>	<b>2,83</b>	<b>8.405,10 €</b>
INTERESSI SUI COSTI VARIABILI (3%)	89,10 €	2,83	252,15 €
<b>Calcolo Reddito Lordo</b>			
<b>Voci</b>	<b>valore</b>	<b>quantità</b>	<b>Tot.</b>
Produzione olive [kg/pianta]	30,00	1.700	51.000
Produzione olio [litri/pianta, resa media 15 l/q]	4,50	1.700	7.650
<b>Prezzo di vendita 2020: 9,00 €/l</b>	<b>valore</b>	<b>quantità</b>	<b>Tot.</b>
PLV [€]	9,00 €	7.650	68.850,00 €
Costi variabili [€/ha]	3.059,10 €	2,83	-8.657,25 €
	<b>valore</b>	<b>quantità</b>	<b>Tot.</b>
Costo molitura olive [€/kg]	0,12 €	51.000	-6.120,00 €
<b>REDDITO LORDO</b>			<b>54.072,75 €</b>

### 9.2.2 Mandorlo

Per quanto invece riguarda il mandorlo, i dati disponibili sui costi di gestione e sui ricavi (Ismea Mercati) sono immediatamente reperibili (prezzo medio 2020 del prodotto in guscio € 125,0/q). Il periodo attuale risulta piuttosto favorevole per questa coltura in Italia, anche per via dell'elevato deficit commerciale (27% di prodotto importato rispetto al fabbisogno nel 2019), soprattutto per quanto riguarda le varietà da pasticceria.

Voci di costo	[€/ha]	ha	€
Concimazioni	100,00 €	3,49	349,00 €
Trattamenti fitosanitari	50,00 €	2,49	124,50 €
Operazioni colturali	400,00 €	3,49	1.396,00 €
Manodopera	800,00 €	3,49	2.792,00 €
Irrigazione	120,00 €	3,49	418,80 €
Trasporti	30,00 €	3,49	104,70 €
<b>TOTALE COSTI VARIABILI DI GESTIONE</b>	<b>1.500,00 €</b>	<b>3,49</b>	<b>5.235,00 €</b>
INTERESSI SUI COSTI VARIABILI (3%)	45,00 €	3,49	157,05 €

Calcolo Reddito Lordo			
Voci	valore/ha	quantità	Tot.
Resa prodotto in guscio [q]	40,00	3,49	139,6
<b>Prezzo di vendita 2020: 125,00 €/q</b>			
PLV [€]	5.000,00 €	3,49	17.450,00 €
Costi variabili	-1.545,00 €	3,49	-5.392,05 €
<b>REDDITO LORDO</b>	<b>3.495,00 €</b>	<b>3,49</b>	<b>12.197,55 €</b>

### 9.3 Colture erbacee

Per quanto riguarda le colture erbacee, nel nostro caso si tratterà di un prato polifita con alcune aree destinate a prove su colture aromatiche/officinali in asciutto (descritte al cap. 6). Data la grande varietà di utilizzazioni che sarà possibile farne, non si possono fare in fase di progetto particolari valutazioni economiche: è possibile considerarla soltanto come una coltura per il mantenimento della fertilità del suolo e per l'apporto di sostanza organica, per la produzione di biomassa per l'alimentazione animale o specificatamente per la produzione di miele. Qualsiasi possa essere la destinazione di queste superfici, la possibilità di effettuare sperimentazioni su questo tipo di superfici (parzialmente ombreggiate) costituisce un'opportunità importante per produzioni scientifiche e per future utilizzazioni su larga scala.

## 10 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

L'attuale Strategia Energetica Nazionale consente l'installazione di impianti fotovoltaici in aree agricole, purché possa essere mantenuta (o anche incrementata) la fertilità dei suoli utilizzati per l'installazione delle strutture.

È bene riconoscere che vi sono in Italia, come in altri paesi europei, vaste aree agricole completamente abbandonate da molti anni o, come nel nostro caso, sottoutilizzate, che con pochi accorgimenti e una gestione semplice ed efficace potrebbero essere impiegate con buoni risultati per la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile ed al contempo riacquisire del tutto o in parte le proprie capacità produttive.

L'intervento previsto di realizzazione dell'impianto agrovoltaico **porterà ad una piena utilizzazione agricola dell'area**, sia perché saranno effettuati miglioramenti fondiari importanti (recinzioni, drenaggi, viabilità interna al fondo, sistemazioni idraulico-agrarie), sia tutte le necessarie lavorazioni agricole che consentiranno di mantenere ed incrementare le capacità produttive del fondo.

L'appezzamento scelto, per collocazione, caratteristiche e dimensioni potrà essere utilizzato senza alcuna problematica a tale scopo, mantenendo in toto l'attuale orientamento di progetto, e mettendo in atto alcuni accorgimenti per pratiche agricole più complesse che potrebbero anche migliorare, se applicati correttamente, le caratteristiche del suolo della superficie in esame.

Nella scelta delle colture che è possibile praticare, si è avuta cura di considerare quelle che svolgono il loro ciclo riproduttivo e la maturazione nel periodo primaverile-estivo, in modo da rendere l'ombreggiamento una risorsa per il risparmio idrico piuttosto che un impedimento, impiegando sempre delle colture comunemente coltivate nell'area. Anche per la fascia arborea perimetrale, prevista per la mitigazione visiva dell'area di installazione dell'impianto, si è optato per delle vere colture (il mandorlo, l'ulivo ed il ficodindia), disposte in modo tale da poter essere gestita alla stessa maniera di un impianto arboreo intensivo tradizionale.

È inoltre di sicuro interesse la ricerca portata avanti dalla Società M2 Energia Srl con l'Università di Foggia, che darà luogo a pubblicazioni, nell'ottica di compiere in futuro una produzione su scala più ampia di colture con caratteristiche morfologiche e biologiche tali da poter essere coltivate su terreni in cui sono installati moduli fotovoltaici senza alcuna limitazione, creando di fatto un precedente che potrebbe essere preso in considerazione anche in molte altre aree.

### Bibliografia

- H.T. Harvey & Associates, 2010. *Evaluation of potential changes to annual grass lands in response to increased shading by solar panels from the California Valley Solar Ranch project*. High Plains Ranch II, LLC.
- Forst and McDouglad, 1989. *Tree canopy effects on herbaceous production of annual rangeland during drought*. Journal of Range Management, 42:281-283.
- Amatangelo, 2008. *Response of California annual grassland to litter manipulation*. Journal of Vegetation Science, 19:605-612.
- Elnaz Hassanpour Adeg, John S. Selker e Chad W. Higgins, 2018. *Remarkable agrivoltaic influence on soil moisture, micrometeorology and water-use efficiency*. PLOS One. Department of Biological and Ecological Engineering, Oregon State University (OSU).
- H. Marrou, L. Guilioni, L. Dufour, C. Dupraz, J. Wery, 2013. *Microclimate under agrivoltaic systems: Is crop growth rate affected in the partial shade of solar panels?* Agricultural and Forest Meteorology 177 (2013) 117–132.
- Y. Elamria, B. Chevirona, J.-M. Lopezc, C. Dejeana, G. Belaidd, 2018. *Water budget and crop modelling for agrivoltaic systems: Application to irrigated lettuces*. Agricultural Water Management 208 (2018) 440–453.
- G. Migliore, 2020. *Analisi dei costi e ricavi della coltivazione di mango in Sicilia: indagine diretta*. Università degli Studi di Palermo – Dipartimento SAAF.

### Siti internet consultati

- Ismea Mercati: <http://www.ismeamercati.it/analisi-e-studio-filiere-agroalimentari>
- Azienda Agricola Locroi: <https://www.locroi.com/>
- Azienda Agricola Bianco - PapaMango: <https://www.papamango.it/>

**Note:** Tutte le immagini di mezzi meccanici e le tabelle con le relative caratteristiche tecniche utilizzate per redigere il presente studio, sono state estratte direttamente da materiale informativo messo a disposizione del pubblico dalle varie case costruttrici mediante i siti web ufficiali, e sono state impiegate solo ed esclusivamente a titolo esemplificativo.

**Catania (CT), 15/11/2021**

**IL TECNICO REDATTORE**

(Dott. Agr. Arturo Urso)



**Dott. Agr. Arturo Urso**

Via Pulvirenti n. 10 - 95131 – Catania – CT

E-mail: [arturo.urso@gmail.com](mailto:arturo.urso@gmail.com)

PEC: [a.urso@conafpec.it](mailto:a.urso@conafpec.it)

Cell.: +39 333 8626822

Iscrizione Ordine dei Dottori Agronomi e Forestali della Provincia di Catania n. 1280

CF: RSURTR83E18C351Z

P.IVA: 03914990878

