



REGIONE PUGLIA
PROVINCIA DI BRINDISI
COMUNE DI BRINDISI



**PROGETTO RELATIVO ALLA COSTRUZIONE DI UN IMPIANTO
AGRIVOLTAICO AVENTE POTENZA, IN IMMISSIONE, PARI A 55,86 MW
E POTENZA MODULI PARI A 68,59 MWp E RELATIVE OPERE DI
CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA COME INDICATE NELLA
STMG DI TERNA - IMPIANTO AEPV-C03 UBICATO IN AREA S.I.N. DEL
COMUNE DI BRINDISI (BR)**

TITOLO:

Piano Colturale

CODICE ELABORATO:

6N97KV3_AnalisiPaesaggistica_05

SCALA:

-

DATA	MOTIVO REVISIONE	REDATTO	APPROVATO
09.02.23	ADEGUAMENTO LINEE GUIDA AGRIVOLTAICO MITE		N/A

TECNICO:

Dott. Agr. Mario Stomaci



PROGETTISTA:

ING. FRANCESCO CIRACI'

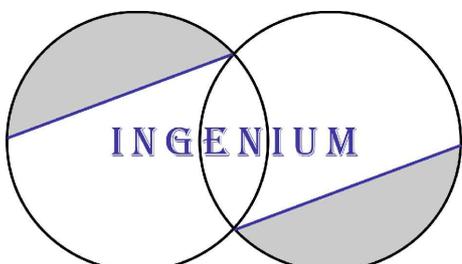


COMMITTENTE:

BRINDISI SOLAR 3 S.R.L
C.F./P.IVA 02611120748
Città S.VITO DEI NORMANNI CAP 72019
Via Antonio Francavilla, 6
PEC: brindisisolarsrl3@pec.it



Brindisi Solar



INGENIUM | Studio di Ingegneria di Ciraci Francesco,
Sede legale: San Lorenzo n. 2, Ceglie Messapica (Br), 72013,
Cell.3382328300,
Email:ciracifrancesco@gmail.com

PROGETTO AGROVOLTAICO
"AEPV-CO3"
Piano Colturale

Sommario

PREMESSA	2
1. OBIETTIVI DEL PIANO CULTURALE	5
2. ANALISI DELLE CONDIZIONI AMBIENTALI	6
3. PIANO CULTURALE PROGETTO "AEPV-CO3"	7
3.1 ORGANIZZAZIONE DELLE AREE DI COLTIVAZIONE	7
3.2 DIMENSIONI DELLE SUPERFICIE COLTIVABILI	7
3.3 DESCRIZIONE DEL PIANO CULTURALE.....	7
3.4 COLTIVAZIONE.....	11
3.5 ATTIVITÀ DI MONITORAGGIO.....	13
3.6 SISTEMI DELL'AGRICOLTURA DI PRECISIONE.....	18
3.7 IRRIGAZIONE.....	20
3.8 AVVICENDAMENTO DELLE AREE DI COLTIVAZIONE	20
3.9 CRONOPROGRAMMA CULTURALE.....	21
3.10 Minimum tillage	22
4. MECCANIZZAZIONE	25
5. SUCCESSIONE CULTURALE	28
6. ANALISI DELLA ATTIVITÀ DI REALIZZAZIONE E DI GESTIONE	30
7. ANALISI DELLA COMPATIBILITÀ DEI SISTEMI COSTRUTTIVI	31
7.1 LAYOUT DI IMPIANTI.....	31
7.2 COMPATIBILITÀ DELLE RISORSE UMANE.....	32
7.3 PUNTI DI FORZA E CRITICITA' DEL PROGETTO INTEGRATO	32
8. ANALISI DELL'AMBITO AMBIENTALE	33
9. COSTI IMPIANTO AGRICOLO	36
10. CALCOLO DELLA PRODUZIONE LORDA VENDIBILE	40
11. CONCLUSIONE	42

PROGETTO AGROVOLTAICO
 “AEPV-CO3”
 Piano Colturale

PREMESSA

Il sottoscritto Dott. Agr. Mario Stomaci, iscritto al n. 652 dell’albo dei Dottori Agronomi e Forestali della Provincia di Lecce, è stato incaricato dalla società BRINDISI SOLAR 3 S.r.l. alla redazione di un piano colturale capace di integrare le attività di produzione di energia da fonti rinnovabili fotovoltaiche con attività di produzione agricola biologica da condursi all’interno dei parchi fotovoltaici che la società intende realizzare sul territorio della Regione Puglia.

In particolare, la presente relazione riguarda il parco agrivoltaico denominato “AEPV-CO3” da realizzarsi nel territorio comunale di Brindisi (Br). L’intero intervento proposto insiste sul Sito di Interesse Nazionale per le Bonifiche (SIN) di Brindisi, l’area interessata dal progetto è situata in contrada Cerano, ad EST della centrale termoelettrica Federico II, con un’estensione di circa 1.192.482,85 mq impegnati per la realizzazione dell’impianto agrivoltaico.

Tale valore deriva dalla sommatoria dei mq delle singole aree quali:

Comune	Foglio Catastale	Particella	Area Particella mq	Area non utilizzata mq	Area di impianto e mitigazione mq	Percentuale della particella utilizzata	Sub Impianto
Brindisi	155	20	51537,05	7590,029	43947,021	85,27%	C3.1
Brindisi	155	68	30650,06	24768,32	5881,744	19,19%	C3.1
Brindisi	155	15	54983,01	49530,21	5452,803	9,92%	C3.2
Brindisi	155	72	3090,42	0	3090,42	100,00%	C3.2
Brindisi	155	75	115100,2	2355,259	112744,961	97,95%	C3.2
Brindisi	155	76	35833,71	34853,18	980,535	2,74%	C3.2
Brindisi	155	87	108456,4	44828,99	63627,397	58,67%	C3.2
Brindisi	169	2	18003,82	5352,176	12651,644	70,27%	C3.3
Brindisi	169	59	10439,48	0	10439,48	100,00%	C3.3
Brindisi	169	72	15439,9	12068,87	3371,028	21,83%	C3.3
Brindisi	169	82	3460,27	184,213	3276,057	94,68%	C3.3
Brindisi	169	83	33818,77	0	33818,77	100,00%	C3.3
Brindisi	169	90	12714,99	6274,438	6440,552	50,65%	C3.3
Brindisi	169	91	5797,12	3157,26	2639,86	45,54%	C3.3
Brindisi	169	138	46994,4	0	46994,4	100,00%	C3.3
Brindisi	169	211	6151,63	4519,874	1631,756	26,53%	C3.3
Brindisi	169	276	12422,98	0	12422,98	100,00%	C3.3
Brindisi	169	385	7856,1	872,592	6983,508	88,89%	C3.3
Brindisi	169	386	12451,58	2707,326	9744,254	78,26%	C3.3
Brindisi	169	387	6715,97	2503,375	4212,595	62,73%	C3.3
Brindisi	169	390	14763,35	0	14763,35	100,00%	C3.3
Brindisi	169	422	45943,69	5714,243	40229,447	87,56%	C3.3
Brindisi	169	1	22631,81	0	22631,81	100,00%	C3.4
Brindisi	170	129	11618,34	10398,17	1220,17	10,50%	C3.4
Brindisi	170	209	11257,06	0	11257,06	100,00%	C3.4
Brindisi	170	210	6896,09	0	6896,09	100,00%	C3.4
Brindisi	170	211	6463,34	0	6463,34	100,00%	C3.4
Brindisi	170	212	6610,84	0	6610,84	100,00%	C3.4
Brindisi	170	213	6198,68	0	6198,68	100,00%	C3.4
Brindisi	170	214	1801,18	293,991	1507,189	83,68%	C3.4
Brindisi	170	217	12991,53	0	12991,53	100,00%	C3.4
Brindisi	170	218	13379,12	1527,193	11851,927	88,59%	C3.4

PROGETTO AGROVOLTAICO
 "AEPV-CO3"
 Piano Colturale

Comune	Foglio Catastale	Particella	Area Particella mq	Area non utilizzata mq	Area di impianto e mitigazione mq	Percentuale della particella utilizzata	Sub Impianto
Brindisi	170	219	4171,1	2396,432	1774,668	42,55%	C3.4
Brindisi	170	222	22696,15	2058,53	20637,62	90,93%	C3.4
Brindisi	170	223	10090,06	6381,297	3708,763	36,76%	C3.4
Brindisi	170	226	36535,44	1575,013	34960,427	95,69%	C3.4
Brindisi	170	229	7439,12	1429,182	6009,938	80,79%	C3.4
Brindisi	169	280	10608,5	0	10608,5	100,00%	C3.4
Brindisi	170	278	6933,52	0	6933,52	100,00%	C3.4
Brindisi	170	277 (280)	3139,85	0	3139,85	100,00%	C3.4
Brindisi	170	163	16058,98	1250	14808,98	92,22%	C3.5
Brindisi	170	255	17873,54	1200	16673,54	93,29%	C3.5
Brindisi	169	37	37596,21	6150	31424,058	83,58%	C3.6
Brindisi	169	38	702,48	155	547,48	77,94%	C3.6
Brindisi	169	70	7699,14	3950	3749,14	48,70%	C3.6
Brindisi	169	87	15550,73	13250	1995,858	12,83%	C3.6
Brindisi	169	196	8952,99	5975	2977,284	33,25%	C3.6
Brindisi	169	220	6075,82	1360	4715,82	77,62%	C3.7
Brindisi	169	221	18621,78	1780	16841,78	90,44%	C3.7
Brindisi	169	275	4412,1	3489,854	922,246	20,90%	C3.7
Brindisi	170	66	20110	0	20110	100,00%	C3.8
Brindisi	170	67	20223,4	813	19410,4	95,98%	C3.8
Brindisi	170	68	20143	5732	14411	71,54%	C3.8
Brindisi	170	69	19668	12795	6873	34,95%	C3.8
Brindisi	169	13	7607	6307	1300	17,09%	C3.9
Brindisi	169	19	3970	101	3869	97,46%	C3.9
Brindisi	169	20	3474	72	3402	97,93%	C3.9
Brindisi	169	21	5459	110	5349	97,98%	C3.9
Brindisi	169	22	8471	530	7941	93,74%	C3.9
Brindisi	169	23	6153	195	5958	96,83%	C3.9
Brindisi	169	24	9448	210	9238	97,78%	C3.9
Brindisi	169	25	5270	175	5095	96,68%	C3.9
Brindisi	169	27	8286	186	8100	97,76%	C3.9
Brindisi	169	28	4129	75	4054	98,18%	C3.9
Brindisi	169	29	3277	150	3127	95,42%	C3.9
Brindisi	169	52	6527	680	5847	89,58%	C3.9
Brindisi	169	78	4469	135	4334	96,98%	C3.9
Brindisi	169	99	1476	145	1331	90,18%	C3.9
Brindisi	169	355	3224	650	2574	79,84%	C3.9
Brindisi	170	34	7980,67	4854,892	3125,778	39,17%	C3.10
Brindisi	170	35	11999,83	1181,827	10818,003	90,15%	C3.10
Brindisi	170	36	16758,8	0	16758,8	100,00%	C3.10
Brindisi	170	37	7684,49	0	7684,49	100,00%	C3.10
Brindisi	170	38	7178,53	544,218	6634,312	92,42%	C3.10
Brindisi	170	39	5998,53	1140,844	4857,686	80,98%	C3.10
Brindisi	170	40	7746,58	3215,205	4531,375	58,50%	C3.10
Brindisi	170	41	5857,92	3403,923	2453,997	41,89%	C3.10

PROGETTO AGROVOLTAICO
 “AEPV-CO3”
 Piano Colturale

Comune	Foglio Catastale	Particella	Area Particella mq	Area non utilizzata mq	Area di impianto e mitigazione mq	Percentuale della particella utilizzata	Sub Impianto
Brindisi	170	42	6337,35	5284,242	1053,108	16,62%	C3.10
Brindisi	170	45	15751,44	602,384	15149,056	96,18%	C3.11
Brindisi	170	46	5081,27	161,606	4919,664	96,82%	C3.11
Brindisi	170	47	5365,08	145,878	5219,202	97,28%	C3.11
Brindisi	170	48	10078,65	241,806	9836,844	97,60%	C3.11
Brindisi	170	49	9930,4	228,192	9702,208	97,70%	C3.11
Brindisi	170	50	9699,89	9189,656	510,234	5,26%	C3.11
Brindisi	169	44	8207,53	203,8891	8003,64086	97,52%	C3.12
Brindisi	169	45	6231,55	152,6138	6078,93622	97,55%	C3.12
Brindisi	169	46	12058,93	311,0475	11747,8825	97,42%	C3.12
Brindisi	169	47	3600,72	160,7787	3439,9413	95,53%	C3.12
Brindisi	169	143	11290,49	0	11290,49	100,00%	C3.12
Brindisi	169	144	15663,17	449,6299	15213,5401	97,13%	C3.12
Brindisi	169	325	5508,15	3325	2183,15	39,63%	C3.12
Brindisi	169	327	63013,29	13003	50010,29	79,36%	C3.12
Brindisi	169	371	5320,77	1485	3835,77	72,09%	C3.12
Brindisi	169	382	71806,3	27436	44370,3	61,79%	C3.12
Brindisi	169	268	5114,37	220,7834	4893,5866	95,68%	C3.12
Brindisi	169	269	4855,09	186,6486	4668,44135	96,16%	C3.12
Brindisi	169	270	6341,67	248,7472	6092,92281	96,08%	C3.12
Brindisi	169	62	50349,64	980,0012	49369,6388	98,05%	C3.12
Brindisi	169	252	280,2	0	280,2	100,00%	C3.12
Brindisi	169	253	320,54	0	320,54	100,00%	C3.12
Brindisi	169	254	391,65	0	391,65	100,00%	C3.12
Brindisi	169	261	6618,65	183,8536	6434,79637	97,22%	C3.12
Brindisi	169	262	5394,52	175,8216	5218,69842	96,74%	C3.12
Brindisi	169	321	35967,29	18086,1	17881,1925	49,72%	C3.12

Il parco agrivoltaico “AEPV-CO3 “avrà una potenza di picco in corrente continua di 68,59 Mwp e di 55,86 Mw di immissione.

1. OBIETTIVI DEL PIANO COLTURALE

Gli obiettivi del presente piano colturale sono:

- valutare le possibili coltivazioni che possono al meglio essere allocate sulla base della natura del terreno, delle condizioni bioclimatiche che si vengono a determinare all'interno del parco fotovoltaico, delle previsioni del mercato della trasformazione e della distribuzione, nonché della meccanizzazione delle varie fasi della conduzione;
- organizzare gli spazi di coltivazione in maniera tale da essere compatibili con le attività di gestione dell'impianto fotovoltaico;
- perseguire le nuove frontiere "dell'agricoltura di precisione" attraverso l'uso sistemico di tecnologie innovative nella coltivazione e attività attinenti che favoriscono la tracciabilità, di raccolta di dati impiegati al servizio della filiera, fabbisogno idrico.

2. ANALISI DELLE CONDIZIONI AMBIENTALI

Il presente piano colturale, mirato alla realizzazione di un progetto integrato di produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile fotovoltaica e produzione agricola, è stato realizzato in stretta sinergia con i progettisti dell'impianto fotovoltaico e gli operatori agricoli e vivaisti del settore.

Le condizioni ambientali del progetto prese in considerazione sono state:

- Adeguamento delle attività agricole agli spazi resi liberi dalla morfologia di impianto
- Adeguamento delle attività agricole alle condizioni microclimatiche generate dalla presenza dei moduli fotovoltaici (soleggiamento, ombra, temperatura, ecc.)
- Coltivazione con ridotte esigenze irrigue;
- Coltivazione biologica;
- Contaminazione di arsenico nell'area;
- Tempi di esposizione dei lavoratori inferiori ai 180 giorni l'anno;
- Colture no food.

Queste poi sono state confrontate con:

- La tecnica vivaistica;
- La tecnica costruttiva dell'impianto fotovoltaico;
- La tecnologia e le macchine per la meccanizzazione delle culture agricole;
- Le differenti formazioni professionali del personale che opera all'interno dell'iniziativa integrata (personale con formazione industriale e personale con formazione agrivivaistica)

3. PIANO COLTURALE PROGETTO "AEPV-CO3"

3.1 ORGANIZZAZIONE DELLE AREE DI COLTIVAZIONE

Le aree di coltivazione sono state individuate in base al layout del parco fotovoltaico e sono state reperite le seguenti zone:

- un'area esterna al perimetro del parco che si estende dal confine di proprietà alla recinzione;
- un blocco di coltivazione interno al parco per la coltivazione tra le file dei tracker;

3.2 DIMENSIONI DELLE SUPERFICIE COLTIVABILI

- l'area di mitigazione è di circa 18.532 m interamente coltivati a *Quercus Ilex L. "leccio"*, un filare esterno alla recinzione con un sesto di impianto di circa 3,5 m tra le piante, per un totale di 5.294 piante di leccio;
- l'area coltivabile è di circa 1.054.985,00 mq divisa in 13 lotti;

quindi complessivamente abbiamo un'area coltivata pari al 88,47 % dell'area totale del lotto di impianto.

3.3 DESCRIZIONE DEL PIANO COLTURALE

Il presente piano colturale è stato elaborato mediante analisi incrociata delle caratteristiche pedoclimatiche del territorio, della struttura del suolo, e del layout dell'impianto fotovoltaico. La scelta delle colture proposte è stata effettuata valutando le peculiarità delle stesse e la capacità di ogni specie di adattarsi alle condizioni ambientali che si possono venire a creare in un'area destinata alla produzione di energia rinnovabile e in particolare con un impianto ad inseguimento solare con asse di rotazione N S.

Il suolo va considerato un sistema dinamico, sede di trasformazioni che, a loro volta, possono modificare le caratteristiche e la qualità dello stesso; le caratteristiche chimiche e fisiche del suolo sono interdipendenti tra loro e determinano, in concorso con altri fattori (clima, interventi dell'uomo, ecc.), quella che viene definita come la fertilità di un terreno, che altro non è che la sua capacità di essere produttivo, non solo in termini quantitativi ma anche (e soprattutto) in termini qualitativi.

Per tali ragioni, è stato indispensabile effettuare un buon campionamento del suolo allo scopo di raccogliere informazioni sulle caratteristiche chimiche e fisiche dello stesso e studiare le colture che meglio si prestano al terreno in oggetto.

È stato utilizzato il metodo di campionamento non sistematico ad X:

sono stati scelti i punti di prelievo lungo un percorso tracciato sulla superficie, formando delle immaginarie lettere X, e sono stati prelevati diversi campioni elementari (quantità di suolo prelevata in un a sola volta in una unità di campionamento) ad una profondità di circa 40 cm.

Successivamente i diversi campioni elementari ottenuti sono stati mescolati al fine di ottenere i campioni globali omogenei dai quali si sono ricavati i 3 campioni finali, circa 1 kg/cadauno terreno, che sono stati poi analizzati.

Le analisi chimico fisiche effettuate ci hanno fornito informazioni relative alla tessitura

PROGETTO AGROVOLTAICO
"AEPV-CO3"
Piano Colturale

(rapporto tra le varie frazioni granulometriche del terreno quali sabbia, limo e argilla): tale valore determina la permeabilità e la capacità di scambio cationico del suolo, la salinità, la concentrazione di sostanza organica ed elementi nutritivi, l'analisi del complesso di scambio e il rapporto tra i vari macro-elementi.

Dai risultati fornitici risulta che il terreno, sito in agro di Brindisi, sono terreni franco sabbioso argilloso (FSA) con una media di circa il 37% di sabbia, il 19 % di limo e il 44 % di argilla; è un terreno alcalino con un ph tra 7,6 e 8,1; non calcareo, ma con una conducibilità elettrica leggermente più elevata rispetto ai valori guida.

Le concentrazioni di azoto e sostanza organica risultano leggermente basse, i macro-elementi quali fosforo e potassio si attestano su valori normali. Il terreno risulta particolarmente ricco di calcio e magnesio e possiede un'elevata capacità di scambio cationico.

Nel complesso, nonostante risultano leggermente bassi i valori di sostanza organica e azoto, possiamo affermare che la coltivazione di diverse specie su tale terreno non desta preoccupazione.

Il rapporto carbonio/azoto si attesta su valori normali.

I dati più preoccupanti sono quelli forniti dall'Arpa in seguito al Progetto ARAB – Analisi di rischio sul lotto di aree agricole adiacente al nastro trasportatore ENEL ed alla centrale Federico II Caratterizzate in stralcio al "Piano di Caratterizzazione delle aree agricole".

I risultati dell'analisi di Caratterizzazione, effettuata da SI, mostrano che 688 campioni su 972 nel terreno, 15 su 27 nella falda ed 1 nelle acque superficiali risultano contaminati, evidenziando tuttavia una assenza di consequenzialità tra contaminazione dei terreni e delle acque.

Per quanto concerne i terreni che, per estensione della contaminazione e rischio potenziale degli inquinanti, manifestano le maggiori criticità, le passività ambientali in essi riscontrate sono attribuibili esclusivamente alle classi dei Metalli (Stagno, Berillio, Arsenico, Vanadio, Cobalto, Rame, Cadmio, Nichel e Mercurio) e dei Pesticidi clorurati (4,4'-DDE, 4,4'-DDT, 4,4'-DDD, endrin, alaclor, aldrin e dieldrin). Soltanto il campione S23/C04 (3,00,4,00 m) è connotato da una lieve contaminazione riferibile agli Idrocarburi pesanti (58,1 mg/Kg ss).

Per tali motivi è possibile affermare che il terreno in questione per quanto concerne le essenze vegetali compatibili con la coltivazione, in accordo con il recente documento ARPA Puglia, relativo al rischio sanitario per la posa in campo di piante, dovranno essere colture:

- no food;
- con un numero di giornate lavorative comprese tra 120 e 180;
- con un ciclo biologico medio lungo;
- piante ornamentali;
- piante dedicate per la produzione di biomassa e di oli industriali.

Nello specifico, la coltura individuata per la zona perimetrale presenta una caratteristica fondamentale che è quella di riuscire a mitigare l'impatto visivo: il leccio è un sempreverde con un portamento a globo e con un importante apparato vegetativo.

PROGETTO AGROVOLTAICO
"AEPV-CO3"
Piano Colturale



Fig. 1: Simulazione area di mitigazione

PROGETTO AGROVOLTAICO
"AEPV-CO3"
Piano Colturale

All'interno verranno coltivate diverse colture, accomunate da molteplici fattori agronomici:

- Basso fabbisogno di radiazioni solari;
- Bassa esigenza di risorsa idrica;
- Impiego della manodopera ridotto a due interventi per ciclo colturale (semina e raccolta);
- Operazioni colturali interamente meccanizzate;
- Buone performance produttive con protocolli biologici;
- Tempi di esposizione dei lavoratori inferiori ai 180 giorni l'anno;
- Colture no food;
- Colture dedicate alla produzione di energia.

Dopo una attenta analisi del terreno e degli aspetti agronomici richiesti e dopo aver condotto un'accurata analisi di mercato, si è deciso di optare per la coltivazione di colza nel primo anno.

Il progetto agricolo prevede di impiantare 5.294 piante di leccio.

La superficie totale coltivata risulta essere 88,7 % della superficie totale dell'area disponibile.

3.4 COLTIVAZIONE



In tutta l'area destinata all'impianto agrivoltaico si prevede nel primo anno la coltivazione della *Brassica napus L.* comunemente chiamato "colza".

La successione colturale sarà condotta utilizzando tutta la superficie utile. Ciò comporta che l'area annualmente coltivata è di mq 1.054.985,00 circa.

In questi 13 blocchi si inizierà al primo anno con la coltivazione del colza (*Brassica napus L.* var. oleifera Metzg) è una pianta angiosperma dicotiledone, dal fiore giallo brillante, appartenente alla famiglia delle Brassicaceae. Pianta annuale o biennale, con radice fittonante e fusto eretto alto da 0,5 m a 1,5 m, molto ramificato. Le foglie, glauche e pruinose, sono semplici; quelle inferiori sono lirato-pennatosette e peduncolate, mentre quelle superiori sono sessili, oblunghe e parzialmente amplessicauli. I fiori sono riuniti in gruppi a formare un grappolo alla sommità del fusto; presentano 4 sepali e 4 petali disposti a croce e sono gialli. I semi sono tondeggianti, da rosso-bruni a neri.

Predilige terreni freschi e profondi. In terreni con buona capacità di ritenzione idrica il colza si sviluppa rapidamente; cresce bene anche in zone povere di precipitazioni grazie alla sua maggiore precocità rispetto ai cereali vernini. E' abbastanza tollerante nei confronti del pH, pur prediligendo valori intorno a 6,5; non presenta particolari problemi per quanto riguarda la salinità. La semina al Sud viene fatta fino a novembre, in relazione anche alla possibilità di

PROGETTO AGROVOLTAICO
"AEPV-CO3"
Piano Colturale

preparare il letto di semina. La densità ottimale è di 70-80 piante a metro quadrato. La distanza tra le file varia da 25 a 35 cm.

Nonostante il sistema radicale abbastanza approfondito, il colza necessita di discrete quantità di elementi nutritivi.

La coltura è pronta per essere raccolta (impiegando mietitrebbie da frumento) quando i semi sono completamente imbruniti e le silique secche (umidità ottimale della granella intorno al 12%). In Italia si possono ottenere produzioni intorno ai 30 quintali ad ettaro.



Foto 1: Infiorescenza di colza



Foto 2: Campo di colza

3.5 ATTIVITÀ DI MONITORAGGIO

L'attività di Monitoraggio agrovoltico si articola in tre fasi temporali di seguito illustrate:

- Fase 1: monitoraggio *ante operam*
Si procederà all'analisi delle caratteristiche climatiche, meteo diffusive e fisiche dei terreni dell'area di studio tramite la raccolta e organizzazione dei dati meteorologici e fisici rilevati per verificare l'influenza delle caratteristiche meteorologiche locali sulla diffusione e sul trasporto degli inquinanti;
- Fase 2: monitoraggio in corso d'opera
Tale momento riguarda il periodo di coltivazione dell'annata agraria ed inizia dalle prime lavorazioni del terreno fino alla raccolta. È la fase che presenta la maggiore variabilità in quanto strettamente legata all'avanzamento della coltura. Le indagini saranno condotte per tutta la durata del ciclo produttivo.
- Fase 3: monitoraggio *post operam*
Comprende le fasi che vanno dal post raccolta fino alle lavorazioni preliminari per la nuova annata agraria; prevede uno studio del terreno post coltivazione ed una fase di

PROGETTO AGROVOLTAICO
"AEPV-CO3"
Piano Colturale

bioattivazione, utile per ripristinare le caratteristiche idonee al terreno per accogliere la nuova coltura.

Il suolo è stato analizzato in fase di preimpianto e verrà nuovamente analizzato a cadenza annuale per monitorare l'evoluzione strutturale, la bioattivazione e la capacità di scambio cationico.

In fase di esercizio la temperatura ed il ph verranno costantemente monitorati tramite l'ausilio di stazioni meteo e sonde di temperature e di umidità, installate ad una profondità di 15 cm, 30 cm e 45 cm nel suolo.

Una volta l'anno verrà analizzato un campione di terra proveniente da ogni singolo lotto, utilizzando il metodo di campionamento non sistematico ad X (**figura 1**): saranno scelti i punti di prelievo lungo un percorso tracciato sulla superficie, formando delle immaginarie lettere X, e saranno prelevati diversi campioni elementari (quantità di suolo prelevata in una sola volta in una unità di campionamento) ad una profondità di circa 40 cm, tale da raggiungere lo strato attivo del suolo, ovvero quello che andrà ad ospitare la maggioranza delle radici.

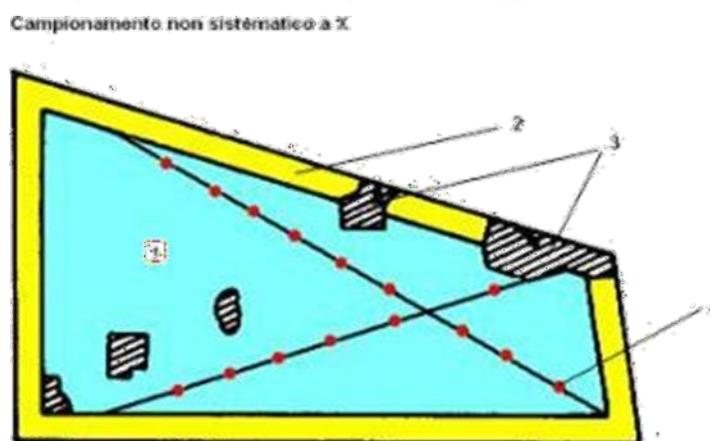


Figura 2: 1.Zona di campionamento, 2 bordi da non campionare, 3 aree anomale non omogenee da non campionare, 4 campione elementare

Parametri chimico-fisici del terreno

Le analisi chimico-fisiche forniranno informazioni relative alla tessitura che viene definita in base al rapporto tra le varie frazioni granulometriche del terreno quali sabbia, limo e argilla. Considerato che le diverse frazioni granulometriche sono presenti in varia percentuale nei diversi terreni, essi prenderanno denominazioni differenti: terreno sabbioso, sabbioso-limoso, franco sabbioso, franco sabbioso argilloso ecc.

Tale valore è responsabile e determina la permeabilità e la capacità di scambio cationico del suolo.

PROGETTO AGROVOLTAICO
"AEPV-CO3"
Piano Colturale

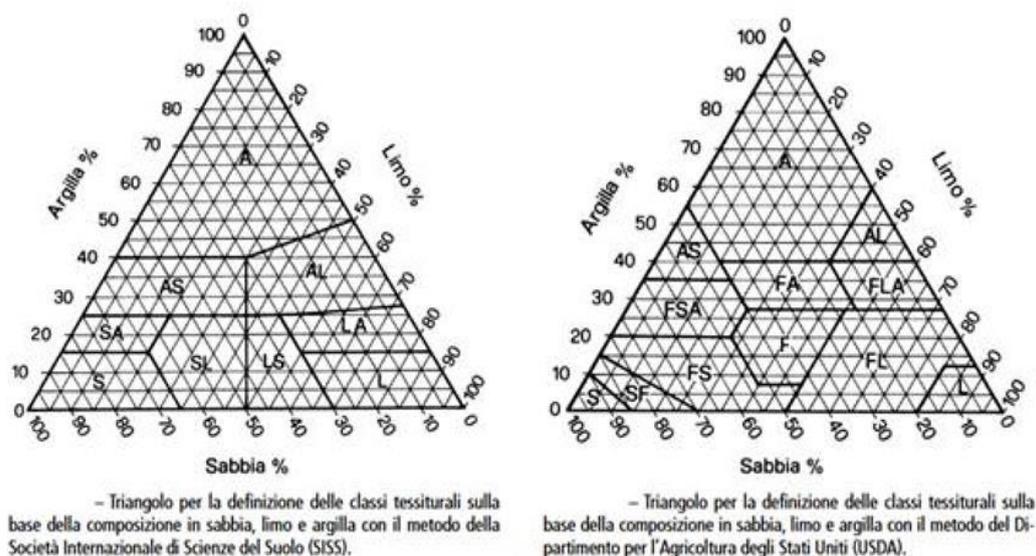


Figura 3: Classificazione dei suoli in base alla tessitura

Particolare attenzione verrà posta al controllo dei nitrati presenti nel suolo mediante la tecnica spettrofotometrica: la percentuale dei nitrati presenti verrà costantemente monitorata ed annotata annualmente sui quaderni di campagna e sul gestionale tecnico dell'azienda.

Nelle analisi chimico-fisiche che annualmente verranno eseguite si cercherà anche la presenza di metalli pesanti e metalli nel suolo relativamente a 14 metalli:

- | | |
|---------------------|--------------------|
| 1. ANTIMONIO | 8. NICHEL |
| 2. ARSENICO | 9. PIOMBO |
| 3. BERILLIO | 10. RAME |
| 4. CADMIO | 11. SELENIO |
| 5. COBALTO | 12. STAGNO |
| 6. CROMO | 13. VANADIO |
| 7. MERCURIO | 14. ZINCO |

La campionatura dovrà essere effettuata in conformità con quanto previsto nell'allegato 1 del Decreto Ministeriale 13/09/1999, pubblicato in Gazzetta Ufficiale Suppl. Ordin. N° 248 del 21/10/1999.

La frazione superficiale (*top-soil*) deve essere prelevata a una profondità compresa tra 0 e 20 cm e la frazione sotto superficiale (*sub-soil*) a una profondità compresa tra 20 e 60 cm. Ogni campione dovrà essere eseguito con 3 punti di prelievo o aliquote, distanti planimetricamente tra loro, minimo 2,5 mt e massimo 5 mt, ottenuti scavando dei mini profili con trivella pedologica manuale, miscelati in un'unica aliquota. Il campione *top-soil* sarà quindi l'unione di 3 aliquote

PROGETTO AGROVOLTAICO
 “AEPV-CO3”
 Piano Colturale

top-soil e il campione *sub-soil* sarà l'unione di 3 aliquote *sub-soil*, tutte esattamente georeferenziate.

A loro volta le analisi dei campioni devono essere condotte in conformità con il Decreto Ministeriale 13/09/1999. Secondo tale decreto, oltre ai parametri chimico fisici, il rapporto di analisi deve contenere una stima dell'incertezza associata alla misura, il valore dell'umidità relativa, l'analisi della granulometria e la georeferenziazione dei tre punti di prelievo che costituiscono il singolo campione.

Il prelievo e l'analisi devono essere eseguiti da laboratori accreditati secondo la norma UNI CEI EN ISO/IEC17025. Per la parametrizzazione dei valori chimo-fisici del terreno si prenderanno in considerazione gli elementi della seguente tabella:

Parametro	Metodo analitico	Unità di misura
tessitura	Classificazione secondo il triangolo della tessitura USDA	/
pH	Metodo potenziometrico, D.M. 13/09/99	unità pH
calcare totale	Determinazione gas volumetrica	g/kg S.S. CaCO ₃
calcare attivo	Permanganometria (metodo Drouineau)	g/kg S.S. CaCO ₃
Sostanza organica	Metodo Springler-Klee	g/kg S.S. C
CSC	Determinazione con ammonio acetato	meq/100 g S.S.
N totale	Metodi Kjeldhal	g/kg S.S. N
P assimilabile	Metodo Olsen	mg/kg S.S. P
Conduttività elettrica	Conduttività elettrica dell'estratto acquoso	μS/cm
K scambiabile	Determinazione con ammonio acetato	meq/100 g S.S.
Mg scambiabile	Determinazione con ammonio acetato	meq/100 g S.S.
rapporto Mg/K	Determinazione con ammonio acetato	/
Ca scambiabile	Determinazione con ammonio acetato	meq/100 g S.S.

PROGETTO AGROVOLTAICO
 "AEPV-CO3"
 Piano Colturale

Interpretazione della dotazione del potassio scambiabile in base alla tessitura (valori in mg/kg)

Giudizio	Terreni sabbiosi (S-SF-FS)	Terreni medio impasto (F-FL-FA-FSA)	Terreni argillosi e limosi (A-AL-FLA-AS-L)
molto basso	<50	<75	<100
basso	50-80	75-100	100-150
medio	80-150	100-250	150-300
elevato	150-250	250-350	300-450
molto elevato	>250	>350	>450

Interpretazione della dotazione delle basi di scambio in relazione alla CSC (valori espressi in %equivalenti sulla CSC)

Base di Scambio	Giudizio agronomico				
	molto basso	basso	medio	alto	molto alto
Potassio	<1	1-2	2-4	4-6	>6
Magnesio	<3	3-6	6-12	12-20	>20
Calcio	<35	35-55	55-70	>70	

Per i calcoli si ricorda che:

1 meq/100g di potassio equivale a 391 ppm (mg/kg) di K

1 meq/100g di magnesio equivale a 120 ppm (mg/kg) di Mg

1 meq/100g di calcio equivale a 200 ppm (mg/kg) di Ca

Si provvederà a campionare il terreno periodicamente (una volta all'anno, un campione per lotto) per la verifica del rilascio dei metalli pesanti da parte dei pannelli fotovoltaici o da parte di altri componenti dell'impianto che potrebbero contaminare il suolo agricolo. A tal scopo, ai sensi del D.P.R.n. 120/2017 Allegato 4, si provvederà a parametrare la presenza di:

- Arsenico
- Cadmio
- Cobalto
- Nichel
- Piombo
- Rame
- Zinco
- Mercurio
- Idrocarburi C>12
- Cromo totale
- Cromo VI
- Amianto
- BTEX (*)
- IPA (*)

Per il monitoraggio dell'attività agricola si provvederà ogni anno alla redazione di una relazione tecnica asseverata da un agronomo, all'interno della quale verranno riportati i piani annuali di coltivazione, recanti indicazioni in merito alle specie annualmente coltivate, alla superficie effettivamente destinata alle coltivazioni, alle condizioni di crescita delle piante, alle tecniche di coltivazione (sesto di impianto, densità di semina, impiego di concimi, trattamenti fitosanitari). Tali relazioni saranno a disposizione degli organismi di controllo e di chiunque dovesse farne richiesta.

Gli elementi da monitorare nel corso della vita dell'impianto sono:

PROGETTO AGROVOLTAICO
"AEPV-CO3"
Piano Colturale

- l'esistenza e la resa della coltivazione;
- il mantenimento dell'indirizzo produttivo;
- il recupero della fertilità del suolo;
- il risparmio idrico;
- il microclima e la resilienza ai cambiamenti climatici.

Lo studio delle rese e dello sviluppo delle piante in ogni loro fase fenologica sarà una delle attività di monitoraggio che i tecnici effettueranno costantemente.

L'azienda ha dato mandato ad un agronomo e ad un laboratorio di analisi per monitorare e analizzare periodicamente l'evoluzione del suolo, in seguito al ciclo colturale che si susseguirà di anno in anno e alle concimazioni di supporto alla coltura che verranno somministrate.

Le colture ed il suolo saranno condotte seguendo un rigido disciplinare di produzione biologico, la sostanza organica sarà integrata più volte durante il ciclo produttivo e post raccolta verrà eseguito un trattamento di bioattivazione del terreno utilizzando bioattivatori a base di estratti vegetali, e di microflora selezionata, riattivando la componente microbiologica ed i processi naturali di fertilità dei terreni.

3.6 SISTEMI DELL'AGRICOLTURA DI PRECISIONE

Nei vari lotti di impianto si utilizzeranno le applicazioni isobus dell'agricoltura di precisione, ed in particolare i sistemi di guida parallela, per rendere più produttiva e più compatibile la integrazione di queste due attività imprenditoriali. Si partirà con l'individuazione dei parametri prima delle piantumazioni e dell'installazione delle strutture di sostegno dei pannelli fotovoltaici.

PROGETTO AGROVOLTAICO
 “AEPV-CO3”
 Piano Colturale

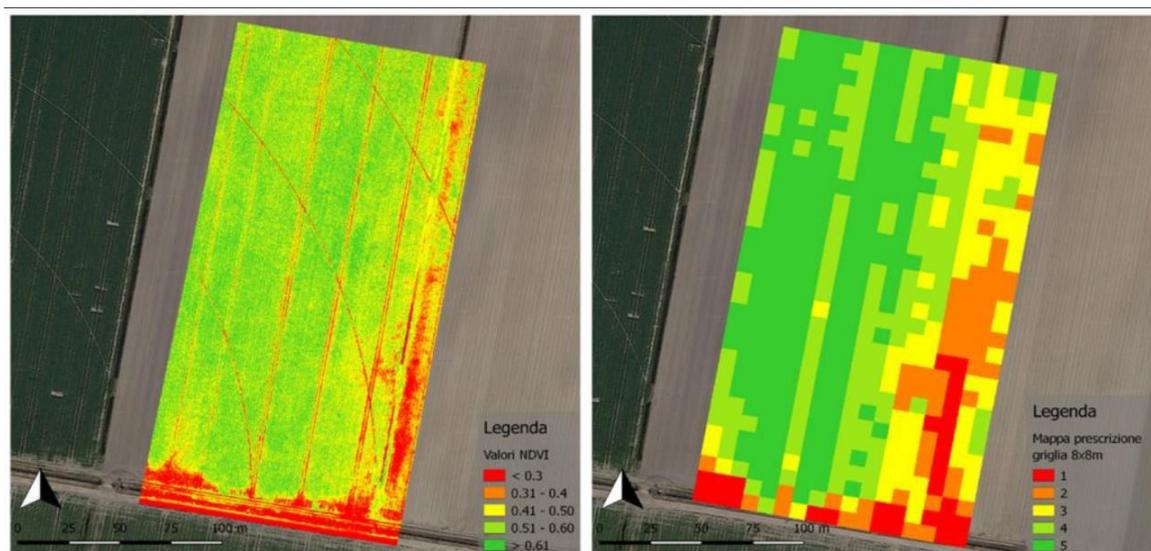


Figura 4 Mappe di Resa

Si procederà, quindi, ad una rilevazione dei dati del terreno con analisi chimico fisiche con registrazione dei punti di prelievo e loro georeferenziazione. Le analisi ripetute in un programma definito. Saranno campionati i seguenti fattori come previsto dalla normativa nazionale sulla caratterizzazione dei terreni.

PARAMETRO	METODO DM 13.9.99	METODO ISO
pH in acqua	III.1	10390:2005
Granulometria	II.4 e II.5	11277:1998
Calcare totale	V.1	10693:1995
Calcare attivo	V.2	---
Carbonio organico	VII.3	14235:1998
Azoto totale	VII.1	11261:1995 13878:1998
Fosforo assimilabile	XV.3	11263:1994
Basi scambiabili (Na, K, Mg e Ca)	XIII.5	13536:1995
Capacità di Scambio Cationico	XIII.2	
Microelementi assimilabili	XII.1	14870:2001
Metalli pesanti totali	XI.1	11466:1995 11047:1998
Conducibilità elettrica	IV.1	11265:1994

Tabella 1.1 – Metodi di analisi nazionali (D.M. 13.09.99) e internazionali (ISO) utilizzabili per la determinazione dei parametri necessari alla caratterizzazione dei terreni

Saranno installate delle sonde che consentiranno di monitorare una serie di elementi caratterizzanti quali:

- Centraline meteo per la misura di:
- Vento
- Umidità
- Piovosità
- Bagnatura delle foglie
- Radiazione solare

PROGETTO AGROVOLTAICO
"AEPV-CO3"
Piano Colturale

- Sensori di umidità del suolo
- Sensori per la valutazione della vigoria delle piante

Sarà adeguato il parco macchine all'utilizzo dei sistemi isobus per poter utilizzare con questa tecnologia:

- Le aiutrici per la preparazione della coltivazione delle orticole
- Guida automatica con controllo automatico delle sezioni e mappe di prescrizione per la distribuzione delle sementi

3.7 IRRIGAZIONE

Le colture scelte sono colture brevi diurne con un basso fabbisogno idrico. L'irrigazione sarà un'irrigazione di soccorso nelle stagioni più siccitose ed in alcune fasi fenologiche della pianta in cui sarà necessario integrare l'acqua con una soluzione nutritiva biologica.

L'irrigazione dei vari campi, in virtù dei dati campionati relativi all'umidità del terreno, sarà mirata a contrastare in maniera puntuale lo stress idrico delle piante.

Si prevede di impiantare un filare di leccio lungo tutto il perimetro dell'impianto agrivoltaico: il leccio è stato scelto anche per via della sua resistenza alla siccità. L'irrigazione prevista sarà per lo più per i primi anni post trapianto, per aiutare la pianta ad adattarsi al terreno e ridurre lo stress causato dallo stesso. Si effettueranno 4 irrigazioni all'anno, divise in 4 turnazioni, di cui due post trapianto, scadenzate a circa 10 giorni, e due nei periodi più caldi e siccitosi dell'anno, fornendo alla pianta un aiuto idrico di circa 20 litri all'anno.

3.8 AVVICENDAMENTO DELLE AREE DI COLTIVAZIONE

La successione colturale è una tecnica agronomica che prevede l'alternanza sullo stesso appezzamento di terreno, di diverse specie agrarie (ad es. frumento, girasole, trifoglio, colza, mais, soia, ecc.) con l'obiettivo di riequilibrare le proprietà biologiche, chimiche e fisiche del suolo coltivato.

In questa maniera, con la rotazione agraria annua, si ottengono molteplici benefici quali:

- miglioramento della struttura del suolo e della sua funzionalità,
- incremento dei microrganismi edafici,
- arricchimento in termini di elementi nutritivi,
- controllo delle avversità patogene e gestione delle erbe infestanti.
- riduzione del rischio economico sulle colture dovuto a crolli di produzione o di prezzo di un determinato prodotto e distribuzione in maniera più regolare dell'impiego delle macchine e della manodopera nel tempo.
- le attività di manutenzione del parco fotovoltaico non vengono "disturbate" dalla coltivazione;
- tutto il terreno viene interessato all'uso imprenditoriale agricolo scongiurando del tutto l'aspetto critico delle installazioni di impianti fotovoltaici connesso al l'abbandono dell'uso agricolo a beneficio esclusivo della produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile;

PROGETTO AGROVOLTAICO
"AEPV-CO3"
Piano Colturale

3.9 CRONOPROGRAMMA COLTURALE

Tutte le *lavorazioni del terreno* (da ora innanzi lavori preparatori) saranno effettuate con le tecniche di minima lavorazione ed inizieranno nel mese di settembre e comprenderanno le lavorazioni del terreno:

- Minimum tillage, aratura con tiller, profondità di lavoro 8-15 cm, durata stimata per la lavorazione 15 giornate;
- concimazione di fondo con composti organici o letame maturo, per arricchire la sostanza organica, durata stimata per la lavorazione 5 giornate;
- bioattivatori vegetali per attivare la sostanza organica presente nel terreno;
- fresatura verticale per ridurre le dimensioni delle zolle di terreno, così da facilitare l'introduzione dei semi. Tale lavorazione si esegue con una macchina conosciuta tecnicamente come *fresa* agricola, dotata di una serie di coltelli che sminuzzano il terreno superficiale. Tale macchinario opera ad una profondità compresa tra i 10-12 centimetri, durata stimata 10 giornate.

I lavori preparatori verranno completati in circa 30 giorni, dopo verrà effettuato un lavaggio dei pannelli.

Il periodo di semina e trapianto per la coltura scelte per il primo ciclo di rotazione è **ottobre**, durata stimata per la lavorazione 15 giornate.

Durante il ciclo vegetativo della pianta verrà effettuata una sarchiatura allo scopo di far arieggiare il terreno ed evitare il formarsi delle erbe infestanti.

Se dovesse insorgere un qualche problema fungino o di attacco di insetti si prevede di intervenire con trattamenti mirati secondo il protocollo biologico della coltura con l'ausilio di barre irroratrici con ugelli antideriva; ciò al fine di scongiurare eventuali danni ai pannelli fotovoltaici.

Nei campi verranno installate misure di contenimento quali trappole a confusione sessuale utilizzate in agricoltura biologica.

Il periodo di raccolta varia a seconda delle colture e delle varietà, inizia a metà maggio e protrae fino a giugno, durata stimata per la lavorazione 20 giorni. A seguito della raccolta, i filari verranno trinciati e la terra verrà lasciata a maggese per poi riprendere le lavorazioni a settembre. Alla fine della raccolta è previsto il secondo lavaggio dei pannelli.

Adottando queste tecniche è opportuno effettuare un adeguato e periodico controllo della flora infestante, il cui sviluppo può risultare tendenzialmente più favorito.

PROGETTO AGROVOLTAICO
"AEPV-CO3"
Piano Colturale



3.10 Minimum tillage

La minima lavorazione è una tecnica che si propone di ridurre i troppo numerosi, complicati e costosi interventi colturali dell'agricoltura convenzionale. Si basa sulla possibilità di intervenire con macchine che lavorano il terreno per una zona superficiale di 8-15 centimetri, conferendo una zollosità molto ridotta al suolo. A queste prime lavorazioni possono eventualmente seguire interventi con attrezzi muniti di lance, ancore o altri utensili in grado di produrre fessurazioni più profonde senza rovesciamento delle zolle. Le macchine utilizzate sono in grado di intervenire sia su terreno già lavorato sia sul sodo.

Le finalità delle tecniche di minima lavorazione sono molteplici:

- ridurre il numero di passaggi delle macchine richiesti per la semina e quindi il conseguente calpestamento del terreno;
- ridurre i tempi di intervento e gli avvicendamenti, con conseguente diminuzione dei consumi energetici e dei costi colturali;
- maggiore tempestività negli interventi;
- mantenere una concentrazione maggiore di sostanza organica, utile per la conservazione della fertilità fisica del suolo.

Dal punto di vista ambientale la minima lavorazione offre una serie di effetti positivi, tra cui:

- l'aumento della biodiversità sopra e sotto la superficie del suolo;
- la riduzione delle emissioni di CO₂ in atmosfera;
- l'isolamento del carbonio negli strati superficiali del suolo;
- l'applicazione ridotta di pesticidi;
- il miglioramento della qualità della falda freatica e superficiale;
- la riduzione dell'indice di erosione.

Il metodo della minima lavorazione è in grado di influenzare la sostenibilità dei sistemi colturali, perché comporta una minima richiesta energetica e, se ben effettuato, induce un incremento della sostanza organica nel suolo e una riduzione delle emissioni di anidride carbonica e di gas serra in atmosfera. Influenza inoltre la conservazione della fertilità agronomica del suolo e la produttività delle colture.

Il metodo delle minime lavorazioni si adatta in modo particolare alle specifiche esigenze della

PROGETTO AGROVOLTAICO
"AEPV-CO3"
Piano Colturale

coltivazione del colza, coltura che necessita di un terreno che non presenti macroporosità e il cui seme stesso va deposto a una profondità minima.

PROGETTO AGROVOLTAICO
"AEPV-CO3"
Piano Colturale

4. MECCANIZZAZIONE

Tutte le operazioni colturali saranno il più meccanizzate possibile e con un ridotto utilizzo dell'operatore. Le macchine che sono state individuate ben si adattano a lavorare nei filari scelti per la coltivazione, tenendo presente le dimensioni dei pannelli e le dimensioni dei filari, oltre, chiaramente, alle esigenze della coltura, alla struttura del suolo e allo spazio di manovra tra un filare ed un altro.

Tutte le macchine saranno dotate di un collegamento isobus che permetterà di controllare anche in remoto il loro utilizzo e il corretto funzionamento andando ad incrementare il livello di sicurezza su possibili incidenti che potrebbero arrecare danno alle strutture fotovoltaiche rendendo più facilmente eseguibile anche la coltivazione sotto le file dei sostegni dei pannelli fotovoltaici dove si piantumeranno e coltiveranno le fasce di impollinazione.

Per l'operazione della semina verrà utilizzata una macchina seminatrice con larghezza di semina variabile da 350 cm a 540 cm in modo da poter essere utilizzata per tutte le colture e delle aiutatrici a rateo variabile



Figura 6: Macchine seminatrice

PROGETTO AGROVOLTAICO
"AEPV-CO3"
Piano Colturale



Figura 7: Particolare della barra falciante verticale della mietitrebbia John Deere CTS

La raccolta è un'altra fase del processo produttivo molto importante ed ha una grossa incidenza sui costi di produzione. L'utilizzo di un'apposita macchina permetterà di ridurre i costi e di evitare più passaggi di raccolta. La macchina utilizzata sarà una raccogliitrice motorizzata, la struttura della macchina permette di essere utilizzata per più tipologie di colture, ha una larghezza variabile di testata di raccolta che va da 350 cm a 540 cm ed una lunghezza di 600 cm. Questa tipologia di macchina è già in possesso di un'azienda agricola biologica, attiva nella zona e specializzata nella coltivazione delle colture sopraindicate.

PROGETTO AGROVOLTAICO
"AEPV-CO3"
Piano Colturale



Figura 10: Barra irroratrice con ugelli antideriva

Tutti i trattamenti contro funghi e insetti dannosi per la coltura verranno effettuati con l'ausilio di una barra irroratrice trainata modulare (la dimensione della barra si regola a seconda delle esigenze) dotata di ugelli antideriva, a differenza degli ugelli tradizionali quelli antideriva producono delle goccioline omogenee, al cui interno sono contenute delle microsfere di aria che fanno sì che la goccia 'esplosa' al contatto con la foglia, aumentando la superficie di copertura le gocce prodotte dagli ugelli antideriva, essendo più grosse, sono meno soggette al trasporto del vento e quindi **producono meno deriva**, e quindi meno pericolo di creare danni ai pannelli fotovoltaici.

5. SUCCESSIONE COLTURALE

L'avvicendamento colturale, ossia la variazione della specie agraria coltivata nello stesso appezzamento, viene riportato nel disciplinare della conduzione biologica di un campo agricolo; la pratica della rotazione colturale permette di evitare che i terreni vadano incontro alla perdita della fertilità, detta anche stanchezza dei terreni: in agricoltura biologica la prima regola per un'adeguata sostenibilità è il mantenimento della biodiversità.

La rotazione migliora la fertilità del terreno e garantisce, a parità di condizioni, una maggiore resa. Altra diretta conseguenza della mancata rotazione colturale è il proliferare di agenti parassiti, sia animali che vegetali, che si moltiplicano in modo molto più veloce quando si ripete la stessa coltura. Ulteriore problema della scarsa o assente rotazione colturale è la crescente difficoltà del controllo delle erbe infestanti: queste ultime diventano sempre più specifiche per la coltura e più resistenti.

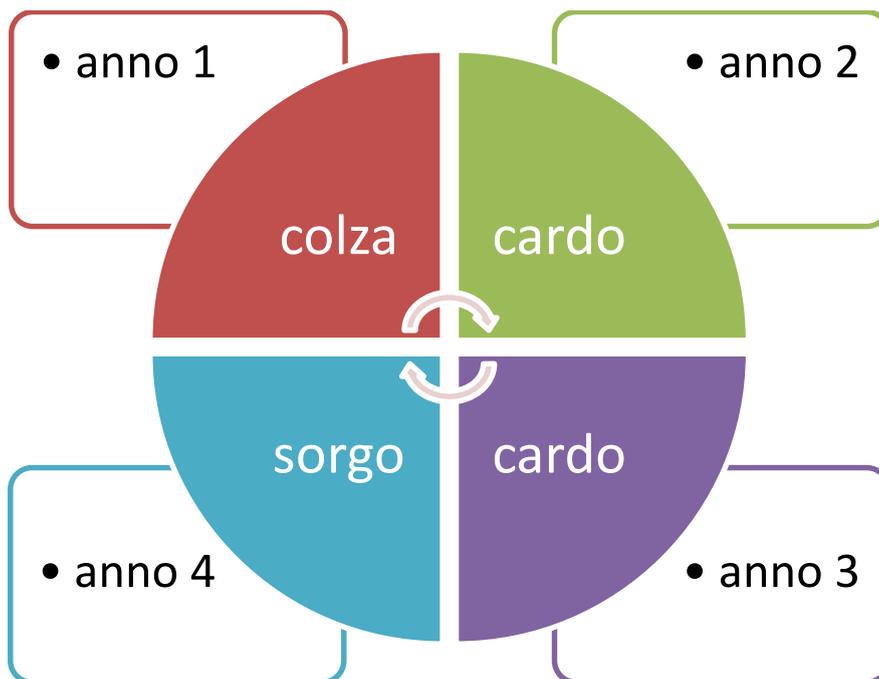
Per tali motivi è stato studiato un piano colturale che preveda una costante alternanza di colture in base alle loro caratteristiche agronomiche, al consumo dei nutrienti e le famiglie botaniche di appartenenza.

Le colture scelte che si susseguiranno nel piano colturale sono:

AVVICENDAMENTO COLTURALE 10 ANNI

COLTURA
colza
cardo
cardo
sorgo
soia
cardo
cardo
colza
sorgo
soia

PROGETTO AGROVOLTAICO
"AEPV-CO3"
Piano Colturale



6. ANALISI DELLA ATTIVITÀ DI REALIZZAZIONE E DI GESTIONE

In questo paragrafo si analizzerà la compatibilità della tecnica costruttiva e delle procedure gestionali di un impianto fotovoltaico a terra con le tecniche di impianto e conduzione di un impianto biologico a terra.

L'impianto fotovoltaico a terra si può sintetizzarsi nelle seguenti parti costruttive:

- Sistema di supporto e fissaggio a terra dei pannelli fotovoltaici (tracker);
- Collegamenti elettrici;
- Viabilità di servizio;

Le tecniche di impianto di un'iniziativa agricola di tipo biologica non sono differenti dalle tecniche di impianto di una comune attività agricola, se non per quanto riguarda la scelta delle sementi e il divieto di utilizzare prodotti chimici.

Le seguenti fasi operative sono riconducibili a

- Scelta dei sesti di impianto;
- Preparazione e sistemazione del terreno;
- Messa a dimora del materiale vivaistico (alberi, piante e semi);
- Pratiche agronomiche a sostegno della crescita;

La gestione dell'impianto fotovoltaico, ossia con l'impianto in fase di esercizio, necessita di attività di manutenzione programmata e attività di manutenzione straordinaria.

La manutenzione programmata dell'impianto fotovoltaico riguarda il mantenimento, ad altezza controllata, della vegetazione spontanea, la pulizia dei pannelli, il rilievo dei dati del monitoraggio ambientale, manutenzione degli apparati inverter e trasformatori. La manutenzione straordinaria potrebbe riguardare qualsiasi parte e componente dell'impianto.

La gestione, o meglio, la conduzione di un impianto agricolo biologico riguarda essenzialmente le attività di:

- Fertilizzazione;
- Controllo degli infestanti;
- Raccolta;
- Successione colturale;

7. ANALISI DELLA COMPATIBILITÀ DEI SISTEMI COSTRUTTIVI

7.1 LAYOUT DI IMPIANTI

Il layout dell'impianto, nella sua formulazione standard, ben si presta alla ipotesi di condivisione delle due iniziative, la produzione di energia elettrica e la produzione agricola biologica.

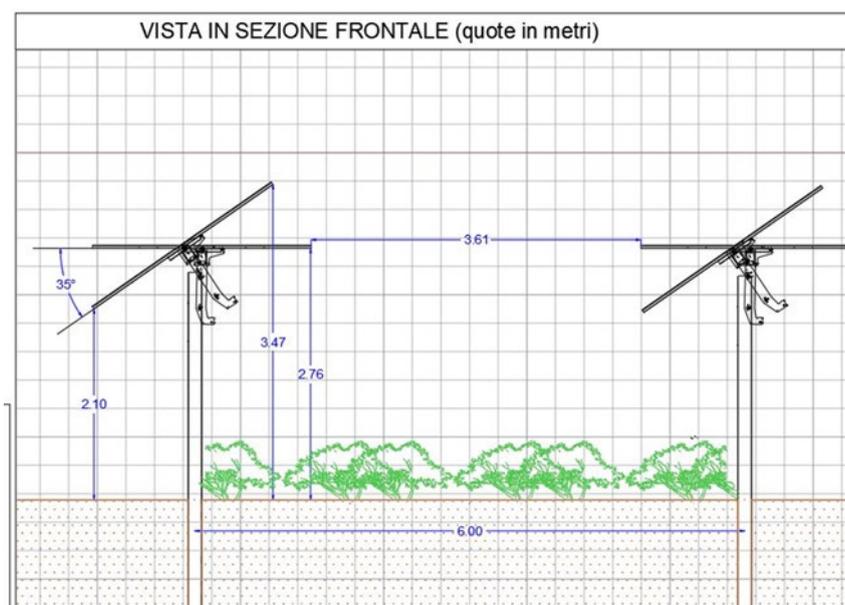
Il layout di impianto, in relazione al tipo di inseguitore scelto, prevede un passo di interfila (pitch) pari a 6 m. Ciò comporta che lo spazio massimo libero e sempre disponibile, indipendentemente dalla rotazione dei pannelli intorno all'asse di rotazione N S, è di 3,61 m circa.

Questi spazi/filari sono disponibili alla conduzione agricola biologica, sono anche spazi che possono essere liberamente percorsi dai mezzi meccanici e non per la conduzione agricola del terreno come dai mezzi per la manutenzione dei pannelli.

Particolare attenzione, nell'impostazione del layout dell'impianto fotovoltaico, va riposta nella scelta dell'altezza minima da terra dei pannelli fotovoltaici di 2,10 m, appositamente studiata allo scopo non solo di preservare la continuità della coltivazione dell'area agricole interessate dall'intervento, ma addirittura di potenziarla e ripristinarla tramite il recupero di aree da anni condotte a seminativo e abbandonate

Una struttura impiantistica collocata ad un'altezza di 2,10 mt. permetterà la crescita delle colture ortive, ove collocate, senza creare zone d'ombra che influiscano sulla producibilità dell'impianto fotovoltaico.

Questa stessa altezza consente di poter programmare l'attività di falciatura della vegetazione spontanea in archi temporali sufficientemente distanziati. Il layout a filari dell'impianto fotovoltaico si presta alle esigenze di avvicendamento colturale della conduzione agricola biologica.



Area impianto

Per garantire la sicurezza delle attività agricole, nonché garantire il corretto e continuo funzionamento dell'impianto fotovoltaico, occorre progettare la distribuzione dei cavi elettrici di BT e MT nonché della fibra ottica, in maniera tale che non interferiscano con le aree a conduzione agricola.

Quindi tutte le vie dei cavi non dovranno essere collocate a terra, nella zona di impianto fotovoltaico, ma potranno viaggiare in quota in maniera solidale con le strutture di sostegno. Nelle altre zone potranno essere allocate lungo la viabilità di servizio. Lì, dove ciò non fosse possibile, vanno opportunamente individuate con segnaletica verticale.

Ulteriore accortezza e ricerca va compiuta nell'ambito della scelta delle colture, avendo cura di scegliere quelle che possono svilupparsi anche in condizione di non pieno sole.

Le attività di manutenzione di pulizia dei pannelli sono del tutto compatibili con l'agricoltura biologica, oltre che con gli spazi di manovra. Infatti, il divieto di utilizzo di solventi chimici, che riduce la pulizia dei pannelli ad azione meccanica e all'uso di acqua senza additivi, consente la compresenza dei due impianti.

7.2 COMPATIBILITÀ DELLE RISORSE UMANE

Le due attività imprenditoriali scontano la differente sensibilità delle maestranze addette alla manutenzione, gestione e conduzione. Ciò è dovuto alla differente formazione professionale, una di tipo industriale, l'altra di tipo agricola; ma anche al fatto che ogni componente ignora i rischi sul lavoro, le fasi lavorative, il valore dei costi e prodotti, che l'altra componente gestisce e conduce.

Ciò impone di mettere in atto, prima della messa in esercizio dell'impianto, una fase di formazione comune, riguardante l'ambito lavorativo inteso nel suo complesso.

7.3 PUNTI DI FORZA E CRITICITA' DEL PROGETTO INTEGRATO

La scelta operativa di perseguire un'idea di progetto integrato di produzione elettrica da fonte rinnovabili fotovoltaiche e produzione agricola biologica risulta facilmente perseguibile e realizzabile. Di seguito, infatti, si dimostrerà che sono di gran lunga maggiori i punti di forza rispetto alle criticità emerse.

Si sono analizzati gli effetti dei componenti più significativi del progettone e gli ambiti più sensibili del contesto di inserimento dell'iniziativa. Sono stati presi in considerazione gli ambiti:

- Ambientale
- Ricadute sociali
- Tecniche e tecnologie impiegate

PROGETTO AGROVOLTAICO
 “AEPV-CO3”
 Piano Colturale

8. ANALISI DELL’AMBITO AMBIENTALE

DESCRIZIONE DELLA COMPONENTE	CRITICITÀ	PUNTO DI FORZA
Sottrazione del suolo all’uso agricolo	Il layout dell’impianto fotovoltaico risponde a delle precise esigenze connesse alla esposizione alla fonte primaria (soleggiamento) dei pannelli fotovoltaici e alla manutenzione dei moduli solari. Gli spazi sono generati da precisi calcoli sulle ombre e dalle tecniche per la manutenzione dei pannelli. L’organizzazione dell’attività agricola risponde ad esigenze legate alle specie da coltivare, alla tecnologia e tecnica impiegata nella conduzione	<p>Gli spazi lasciati liberi dall’installazione delle strutture di sostegno dei pannelli, circa l’88,47 % del terreno a disposizione, sono già adeguati alla conduzione agricola dei terreni residuali.</p> <p>Il progetto integrato riduce a solo il 11,53% la parte di terreno non utilizzato, che invece è destinato alla viabilità di servizio parimenti utilizzabile e necessaria alla attività agricola.</p> <p>In pratica, si riduce quasi a zero la sottrazione di terreno ad uso agricolo.</p>
Impatto paesaggistico	Gli impianti fotovoltaici, dal punto di vista paesaggistico, possono essere molto impattanti, andando ad incidere sulla	L’integrazione delle due attività ha quale effetto positivo la minimizzazione degli effetti sul paesaggio della componente fotovoltaica, andando ad agire tanto sulla mitigazione visiva

PROGETTO AGROVOLTAICO
 “AEPV-CO3”
 Piano Colturale

	componente morfologica del territorio, sulla componente visiva e quella ambientale	(coltivazione di leccio lungo il confine) che rendono pressoché invisibile l'impianto all'esterno anche in considerazione del particolare andamento planoaltimetrico dell'area di inserimento, che non offre punti di vista panoramici; così come l'uso agricolo dell'intera area minimizza l'incidenza sull'ambiente animale (aviofauna, piccoli rettili, microfauna del suolo).
Conservazione della biodiversità	Le fasi costruttive di un impianto fotovoltaico impattano negativamente sulla biodiversità	L'uso agricolo a conduzione biologica del suolo all'interno del parco fotovoltaico, avendo cura di selezionare colture di specie autoctona e adeguata all'ambiente di inserimento, mantiene e addirittura può migliorare la conservazione della biodiversità.

- ANALISI DELL'AMBITO DELLE RICADUTE SOCIALI

DESCRIZIONE DELLA COMPONENTE	CRITICITÀ	PUNTO DI FORZA
Sottrazione del suolo all'uso agricolo	Nessuno	Il progetto integrato migliora gli effetti sulla salute pubblica generati dalla installazione di un impianto fotovoltaico legati alla riduzione di emissioni in atmosfera generando un altro percorso virtuoso incentivando l'agricoltura biologica
Livelli occupazionali	Nessuno	Incrementa i livelli occupazionali associando alla attività connesse alla produzione di energia elettrica quella dovuta ad una nuova attività imprenditoriale connessa alla conduzione agricola che risulta anche essere incentivata dalla disponibilità a costo zero del terreno e dell'energia elettrica.

- ANALISI DELLE TECNICHE E TECNOLOGIE IMPIEGATE

DESCRIZIONE DELLA COMPONENTE	CRITICITÀ	PUNTO DI FORZA
Progettazione dell'impianto	Le tecniche costruttive delle due attività e non hanno nessun componente in comune. I due impianti presentano parti a vulnerabilità differenziata legata al costo del singolo componente o della singola specie. Il parco fotovoltaico è costituito di parti di impianto potenzialmente pericolose per i lavoratori.	Una progettazione integrata, in particolare delle vie dei cavi degli impianti elettrici annulla i rischi nell'ambiente di lavoro unitamente alla formazione e informazione del personale. La progettazione e programmazione dell'attività agricola (successione e avvicendamento colturale) consentono di sfruttare la totalità del terreno disponibile

PROGETTO AGROVOLTAICO
"AEPV-CO3"
Piano Colturale

<p>Gestione e conduzione dell'impianto</p>	<p>La gestione dell'impianto fotovoltaico richiede una manutenzione programmata (una volta ogni 1-2 mesi) della pulizia dei pannelli e la riduzione in altezza della vegetazione per eliminare le zone d'ombra. La conduzione del campo agricolo comporta la crescita delle specie impiantate con raccolta a piena crescita. Inoltre, la raccolta se di tipo meccanizzata richiede spazi di manovra.</p>	<p>Il layout a filari dell'impianto fotovoltaico consente la messa in atto dell'avvicendamento, colturale ossia la variazione della specie agraria coltivata nello stesso appezzamento, al fine di migliorare o mantenere la fertilità del terreno e garantire, a parità di condizioni, una maggiore resa. La viabilità di servizio può essere utilizzata da entrambi i progetti imprenditoriali.</p>
--	--	---

9. COSTI IMPIANTO AGRICOLO

I costi per la realizzazione del progetto agricolo integrato sono così suddivisi:

- **59.987,91 €** per la messa a dimora lungo il perimetro di 5.294,86 piante di leccio. Le piante hanno un'età di due anni, un'altezza di 80-100 cm ed un vaso 9*9*13 cm completo di struttura di sostegno, composta da pali in ferro e tutore pianta. Nel costo sono state conteggiate anche le spese di lavorazione dei terreni, l'aratura e scavo per la pianta, per una vita complessiva della pianta di circa 30 anni;
- **71.210,75 €** per la semina del colza in circa 1.054.985 mq. verranno impiegati 738,43 kg di semi per un costo di 11,43 € a kg. Le spese di lavorazione, comprensive di aratura e semina, ammontano a circa 62.771,61 € ciclo annuale;

A questi vanno aggiunte le voci esplose presenti nel Computo metrico estimativo di costruzione e mitigazione, per l'implementazione del progetto agricolo, comprendenti le opere di mitigazione, qui riportati:

- **13.430 €** per la disposizione di 60 pietraie per la protezione di piccoli anfibi e rettili;
- **7.200€** Fornitura e posa di 60 stalli per volatili.

Per un totale di circa **131.198,67 €** di spese d'impianto agricolo, **20.632 €** per le opere di mitigazione.

PROGETTO AGROVOLTAICO
 "AEPV-CO3"
 Piano Colturale

I dati sono riassunti nelle tabelle successive:

IMPIANTO AGRICOLO

	QUANTITÀ	SUPERFICIE	COSTO MEDIO PIANTA/SEME /UNITÀ	COSTI DI IMPIANTO (PIANTA/SEME /UNITÀ)	COSTO LAVORAZIONE TERRENO	TOTALE COSTI AGRONOMICI (1° ANNO)
LECCIO	5.294,86		8,60 €	45.535,77 €	14.452,14 €	59.987,91 €
COLZA	738,43 kg	1.054.985 mq	11,43 €	8.439,15 €	62.771,61 €	71.210,75 €
						131.198,67 €

Tabella 5 Prezzi di mercato prezzario lavorazioni regione Puglia

*Analisi dei costi di gestione dell'area coltivata per il primo anno a colza di una superfice di
 1.054.985 mq*

Voce di costo	Quantità	costo unitario medio	costo ad ettaro (€/ha)	costo totale
COLZA	7 kg	11,43 €	80,00 €	8.439,83 €
minima lavorazione tiller	1	90,00 €	90,00 €	9.494,87 €
concimazione di fondo organica	1	65,00 €	65,00 €	6.857,40 €
fresatura	1	60,00 €	60,00 €	6.329,91 €
semina	1	40,00 €	40,00 €	4.219,94 €
concimazioni in fertirrigazione con fertirriganti bio	2	55,00 €	110,00 €	11.604,84 €
raccolta	1	130,00 €	130,00 €	13.714,81 €
trattamenti fitosanitari biologici	2	50,00 €	100,00 €	10.549,85 €
totale				71.211,43 €

Tabella 6 Prezzi di mercato

PROGETTO AGROVOLTAICO
 "AEPV-CO3"
 Piano Colturale

Analisi dei costi di impianto dell'area di mitigazione da piantumare con piante di 2 anni di
leccio

Voce di costo	Quantità	costo unitario medio	costo totale
piante di leccio	5.294,86	6,50 €	34.416,57 €
pali (150 cm)+ scheltes (40 cm)	5.294,86	2,00 €	10.589,71 €
ancorette in gomma da 5 cm	5.294,86	0,10 €	529,49 €
scasso	1	800,00 €	800,00 €
aratura terreno (leggera 20/30 cm)	1	80,00 €	80,00 €
concimazione di fondo organica	1	70,00 €	70,00 €
fresatura	1	65,00 €	65,00 €
buche e messa a dimora piante	5.294,86	2,50 €	13.237,14 €
concimazioni in fertirrigazione con fertirriganti bio	2	70,00 €	140,00 €
trattamenti fitosanitari biologici	1	60,00 €	60,00 €
totale			59.987,91 €

Tabella 7 Prezzi di mercato

PROGETTO AGROVOLTAICO
"AEPV-CO3"
Piano Colturale

PROGETTO AGROVOLTAICO
"AEPV-CO3"
Piano Colturale

10. CALCOLO DELLA PRODUZIONE LORDA VENDIBILE

La produzione Lorda Vendibile stimata al primo anno è di **131.928 €** su una superficie complessiva coltivata di circa 105,49 ha. Tale ricavo è ottenuto dalla vendita alla filiera agro-energetica del solo seme prodotto: quest'ultima si occuperà successivamente della trasformazione dei semi tramite processi di transesterificazione per l'ottenimento di Biodiesel.

COLTURA	SUPERFICIE	RESE t/ha	PRODUZIONE	€/t.	PLV
COLZA	1.054.985,00	2,04	215	613 €	131.928 €

Tabella 12 PLV stimata fonte dati ISMEA

L'analisi economica è stata elaborata in maniera prudentiale (valori medio di produzione).

La conduzione agricola verrà affidata all'azienda agricola Feudi dello Jonio Srl con sede legale in Monteroni di Lecce, che si occuperà della lavorazione, trasformazione e vendita del prodotto raccolto.

Si è proceduto ad effettuare un'analisi delle rese dei campi limitrofi, coltivati con le stesse colture e varietà e con gli stessi sistemi produttivi e disciplinari di coltivazione: in concreto, si sono simulate le condizioni colturali ed ambientali insistenti sul campo agrivoltaico "AEPV-CO3" su dei campi prova. Dalle prove effettuate, è stato constatato come non ci sia una considerevole variazione delle rese rispetto ad un campo aperto.

PROGETTO AGROVOLTAICO
"AEPV-CO3"
Piano Colturale

10.1 RICADUTE OCCUPAZIONALI CONNESSE ALLA PRODUZIONE AGRICOLA

I livelli occupazionali annui in agricoltura per ettaro coltivato sono di seguito riportati secondo tabelle INPS:

TEMPO-LAVORO MEDIO CONVENZIONALE DELL'ATTIVITA' AGRICOLA	
Tipo di coltivazione	Ore/anno/Ha
Colza	50

Pertanto, i livelli occupazionali diretti per la coltivazione dell'impianto agrivoltaico "AEPV-CO3" sono:

- 5.250 ore lavorative per la conduzione e raccolta della colza ossia 820 giornate lavorative annue.

PROGETTO AGROVOLTAICO
"AEPV-CO3"
Piano Colturale

11. CONCLUSIONE

L'integrazione del progetto di produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile e di produzione agricola biologica risulta essere un moltiplicatore di benefici per entrambi i progetti che possono svilupparsi senza limitazione e condizionamenti. Inoltre, il progetto integrato risulta essere benefico, oltre che per la sfera privata dei due imprenditori, anche per la sfera pubblica andando a migliorare l'inserimento ambientale del progetto fotovoltaico che di per sé è di interesse pubblico.

La conduzione della parte agricola sarà affidata ad un'azienda agricola della zona, che da anni opera nel settore in regime di conduzione Biologico nel pieno rispetto del Regolamento (UE) 2018/848.

Su una superficie totale destinata all'impianto agrivoltaico di 1.192.482,85 mq l' 88,47% sarà utilizzato per la coltivazione di colture dedicate alla produzione di energia

Lo sviluppo delle colture da biomassa è un'opportunità per arrecare benefici all'ambiente:

- riduzione delle emissioni di gas serra;
- riduzione dell'inquinamento atmosferico;
- utilizzo di aree agricole non utilizzabili per la coltivazione di colture edibili.

L'investimento economico per poter realizzare la coltivazione sopra riportata sarà per il primo anno di **131.198,67 €** su una superficie agricola utilizzata complessiva di **1.054.985,00** mq con una PLV ad ettaro di circa 1.255 €, che risulta nettamente superiore al valore della produzione agricola attuale dell'area oggetto di studio e dell'area "intorno" in quanto trattasi di area per lo più incolta.

Galatina,
10/02/2023

DOTT. AGRONOMO
STOMACI MARIO

