



REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA

COMUNE DI PABILLONIS (SU)

Progettazione della Centrale Solare " Energia dell'olio sardo " da 52.557 kWp



Proponente:



Pacifico Lapislazzuli s.r.l.

Piazza Walther-von-der-Vogelweide,8 - 39100 (BZ)

Investitore agricolo
superintensivo :



OXY CAPITAL

Largo Donegani, 2 - 20121 Milano - Italia

Partner:



Titolo: SIA_Quadro Progettuale

N° Elaborato: 2

Progetto dell'inserimento paesaggistico e mitigazione

Progettista:

Agr. Fabrizio Cembalo Sambiasi
Arch. Alessandro Visalli

Collaboratori:

Agr. Rosa Verde
Urb. Daniela Marrone
Arch. Anna Sirica

Cod: VR_01 - b

Progettazione elettrica e civile

Progettista:

Ing. Rolando Roberto
Ing. Marco Balzano

Collaboratori:

Ing. Simone Bonacini
Ing. Giselle Roberto

Progettazione:



Progettazione oliveto superintensivo

Progettista:

Agr. Giuseppe Rutigliano

Consulenza geologia

Geol. Gaetano Ciccarelli

Consulenza archeologia

Archeol. Concetta Claudia Costa



Tipo di progetto:

- RILIEVO
- PRELIMINARE
- DEFINITIVO
- ESECUTIVO

Rev.	descrizione	data	formato	elaborato da	controllato da	approvato da
	Consegna	Luglio 2022	A4	Alessandro Visalli	Rosa Verde	Fabrizio Cembalo Sambiasi

QUADRO PROGETTUALE

Sommario

2 - Quadro Progettuale.....	5
2.1 Premesse.....	5
2.2 Contenuto del Quadro Progettuale.....	12
2.3 Localizzazione e descrizione generale	13
2.3.1 Analisi della viabilità	17
2.3.2 Lo stato dei suoli.....	21
2.4 Descrizione generale.....	24
2.4.1 Componente fotovoltaica	24
2.4.2 Componente agricola	27
2.4.2.1 - Olivicoltura.....	27
2.4.2.2 - Apicoltura	30
2.5 La regimazione delle acque	31
2.5.1 Regimazione superficiale.....	31
2.5.2 Impianto di irrigazione e fertirrigazione	32
2.6 Le opere elettromeccaniche.....	35
2.6.1 Generalità.....	35
2.6.2 Strutture di Sostegno ad inseguitore monoassiale.....	36
2.6.3 Moduli fotovoltaici	37
2.6.4 Sistema di conversione DC/AC (Inverter)	38
2.6.5 Sotto-cabine MT	41
2.6.6 Area di raccolta cabine MT.....	42
2.7 Il dispacciamento dell'energia prodotta.....	44
2.7.1 Elettrodotto	44
2.7.3 Descrizione del percorso e degli attraversamenti.....	45
2.7.4 Cavidotti interni	55
2.7.5 Sicurezza elettrica	56
2.7.6 Analisi dei preventivi di connessione alla RTN.....	58
2.7.6.1 - Descrizione della soluzione di connessione.....	60
2.7.7 Stazione di trasformazione AT/MT e di consegna finale.....	61
2.8 Producibilità	63
2.9 Politiche gestionali.....	72
2.9.1 Misure di sicurezza dei lavoratori	72
2.10 Alternative	73
2.10.1 Alternative di localizzazione.....	73
2.10.2 Alternative di taglia e potenza	74
2.10.3 Alternative tecnologiche	74
2.10.4 Alternative circa compensazioni e mitigazioni	76
2.11 Superfici e volumi di scavo	77
2.11.1 Quantità.....	77
2.11.2 Utilizzo in sito e come sottoprodotti	79
2.12 Altri materiali e risorse naturali impiegate	80
2.12.1 Stima materiali da utilizzare	80
2.13 Intervento agrario: obiettivi e scopi	83
2.14 Mitigazioni previste.....	85

2.14.1	Generalità.....	85
2.14.2	Il progetto del verde.....	88
2.14.2.1	-Specie arboree utilizzate.....	91
2.14.2.2	-Specie arbustive utilizzate.....	93
2.14.2.3	-Prato permanente polifita.....	96
2.14.2.4	- Quantità complessive.....	97
2.15	Descrizione degli effetti naturalistici	98
2.15.1	Generalità.....	98
2.16	Progetto agronomico produttivo: uliveto superintensivo	101
2.16.1	Generalità.....	101
2.16.2	Origine e diffusione	103
2.16.3	Olivicoltura italiana tra tradizione e modernità.....	107
2.16.4	Olivicoltura in Sardegna	108
2.16.5	Caratteristiche e tecniche della soluzione superintensiva proposta.....	109
2.16.6	Regole operative interfaccia agricolo/fotovoltaico	111
2.16.7	Analisi del terreno.....	114
2.16.8	Molini in provincia di Sud Sardegna	117
2.17	Progetto agronomico produttivo: apicoltura.....	120
2.17.1	Generalità.....	120
2.17.2	Apicoltura, cenni storici.....	121
2.17.3	L’opportunità ed i casi internazionali	123
2.17.4	Caratteristiche tecniche.....	127
2.17.5	Apicoltori nel Sud Sardegna	128
2.17.6	Prati fioriti.....	128
2.18	- Misure di sicurezza e rischi in fase di manutenzione ed esercizio	131
2.18.1	Generalità.....	131
2.18.2	Fase di cantiere, il “Piano di Sicurezza e Coordinamento”.....	131
2.18.3	Fase di cantiere il “Piano Operativo per la Sicurezza”	135
2.18.4	Fase di esercizio: descrizione del “Fascicolo di manutenzione dell’opera”.....	136
2.18.5	Operazioni da effettuarsi prima dell’avvio dell’impianto fotovoltaico.....	137
2.18.6	Operazioni per la messa in funzione	137
2.18.7	Verifiche e manutenzioni in esercizio.....	138
2.18.8	Schede tecniche di intervento	139
2.18.9	Incidenti e procedure di emergenza	143
2.19	Campi elettromagnetici indotti da elettrodotti aerei, misure di sicurezza.....	147
2.19.1	Generalità.....	147
2.19.2	Norme e fasce di rispetto da elettrodotti	149
2.19.3	Impianto ed interferenze con le linee elettriche	153
2.20	Automazione operazioni.....	153
2.20.1	Pulizia pannelli	153
2.20.2	Sfalcio prato.....	154
2.21	Descrizione del cantiere, rischi, mezzi ed attrezzature	155
2.21.1	Avvertenze e misure generali.....	155
2.21.2	Attrezzature di cantiere.....	156
2.21.3	Operazioni di cantiere.....	157
2.21.4	Fasi di sviluppo per sottocampi	161
2.22	Ripristino dello stato dei luoghi	165
2.22.1	Descrizione delle operazioni.....	165
2.22.2	Cronogramma delle opere di dismissione	166
2.22.3	Computo delle operazioni di dismissione	167
2.23	Stima dei rifiuti prodotti e materiali a recupero/riciclo	168
2.23.1	Rifiuti prodotti	168
2.23.2	Riciclo dei pannelli e degli altri materiali a fine vita	169
2.24	Manutenzione ordinaria degli impianti.....	172
2.24.1	Premessa	172

2.24.2	Lista delle operazioni di manutenzione.....	173
2.25	Investimento	177
2.25.1	Impianto elettrico ed opere connesse	177
2.25.2	Investimento mitigazioni e compensazioni	178
2.25.3	Parte produttiva agronomica	179
2.26	Bilanci energetici ed ambientali.....	180
2.26.1	Emissioni CO ₂ evitate e combustibili risparmiati	180
2.26.2	Territorio energy free	180
2.26.3	Vantaggi per il territorio e l'economia.....	181
2.27	Monitoraggi	182
2.27.1	Monitoraggi elettrici	182
2.27.2	Monitoraggio rumore ed elettromagnetismo.....	183
2.27.3	Monitoraggio ambiente naturale e biodiversità.....	184
2.28	Cronogramma generale.....	185
2.29	Conclusioni del Quadro Progettuale	186
	Indice delle figure:.....	191

2 - Quadro Progettuale

2.1 Premesse

L'effetto fotovoltaico consiste nella conversione dell'energia solare in energia elettrica. Questo processo è reso possibile dalle proprietà fisiche di alcuni elementi definiti semiconduttori, come il silicio.

Nel 1839 il fisico francese Alexandre Edmund Becquerel (1820-1891) osservò che l'intensità della corrente tra due elettrodi di platino immersi in una soluzione conduttrice di nitrato di piombo (cella elettrolitica), a sua volta contenuta in un cilindro di vetro, aumentava se si esponeva la pila così composta alla luce del Sole. Studi successivi condotti intorno al 1876 da Smith, Adams e Day, portarono alla realizzazione della prima cella fotovoltaica costituita dalla giunzione del selenio (semiconduttore) con alcuni ossidi metallici. Nel 1954 negli USA studi presso i laboratori Bell portarono alla realizzazione delle prime celle fotovoltaiche commerciali in silicio monocristallino. In questo periodo la tecnologia fotovoltaica trovò applicazione in campo aerospaziale. Solo a partire dal 1970, con il manifestarsi delle crisi energetiche di portata mondiale, si iniziò a trasferire la tecnologia fotovoltaica anche nel settore delle costruzioni civili o degli impianti industriali.

L'elemento che sta alla base della tecnologia fotovoltaica è la cella che è costituita da un materiale semiconduttore, il silicio, di spessore estremamente ridotto (0.3 mm), che viene trattato mediante operazione di "drogaggio" che consiste nel trattare il silicio con atomi di fosforo e boro, al fine di ottenere correnti elettriche stabili all'interno della cella.

Per la realizzazione dei contatti elettrici metallici si procede nel seguente modo: allo strato di silicio vengono applicati mediante sistema serigrafico dei contatti elettrici metallici (in argento o alluminio) che sono costituiti da una superficie continua sul fronte posteriore ed una griglia sul lato anteriore della cella. La loro funzione è quella di captare il maggior flusso elettrico possibile e convogliarlo all'esterno. Quindi si realizza un rivestimento antiriflettente costituito dalla deposizione di uno strato sottile di ossido di titanio per minimizzare la componente di radiazione solare riflessa. Si procede infine alla testurizzazione: la superficie infatti non è piana, ma sagomata in minuscole piramidi al fine di aumentare la superficie utile per la captazione e favorire le riflessioni reciproche. Il parametro più importante della cella è il suo rendimento che rappresenta il rapporto tra la massima potenza $P_{max}[W_p]$ che si ottiene dalla cella e la potenza totale della radiazione

incidente sulla superficie frontale. Il livello del rendimento diminuisce all'aumentare della temperatura delle celle, poiché la temperatura ostacola il passaggio degli elettroni nel semiconduttore.

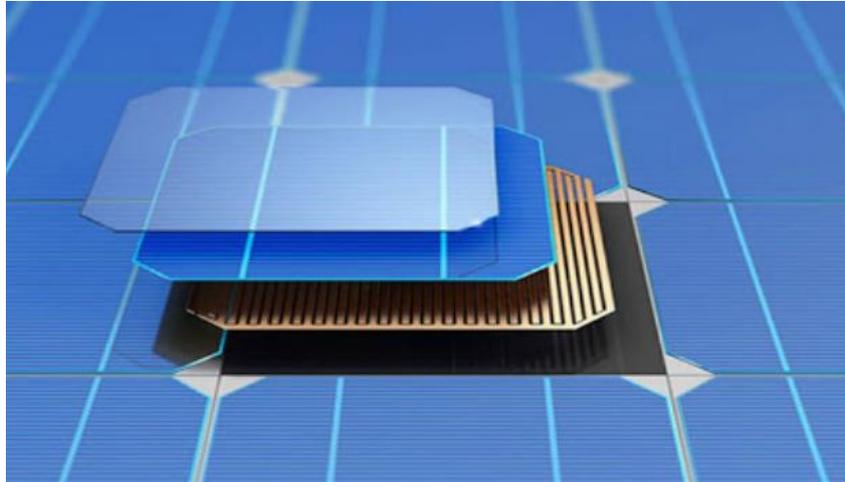


Figura 1- Cella fotovoltaica

Attualmente sul mercato le celle fotovoltaiche hanno diverse dimensioni a seconda della loro tipologia.

- *Celle a silicio monocristallino*: hanno un grado di maggior purezza del materiale e garantiscono le migliori prestazioni in termini di efficienza avendo il rendimento più alto (pari al 19%). Si presentano di colore blu scurissimo uniforme e hanno forma circolare o ottagonale, di dimensione dagli 8 ai 12 cm di diametro e 0.2 -0.3 mm di spessore.
- *Celle a silicio policristallino*: hanno una purezza minore condizione che comporta una minor efficienza ossia il loro rendimento si aggira intorno al 14%. Si presentano di un colore blu intenso cangiante dovuto alla loro struttura policristallina. Hanno forma quadrata o ottagonale e di spessore analogo al precedente tipo.
- *Silicio amorfo*: si tratta della deposizione di uno strato sottilissimo di silicio cristallino (1-2 micron) su superfici di altro materiale, ad esempio vetri o supporti plastici. In questo caso è improprio parlare di celle, in quanto possono essere ricoperte superfici anche consistenti in modo continuo. L'efficienza di questa tecnologia è sensibilmente più bassa, nell'ordine del 5-6.8% ed è soggetta a un decadimento consistente (-30%) delle proprie prestazioni nel primo mese di vita (effetto Stabler-Wronsky) che impone quindi un sovradimensionamento della superficie installata, in modo da consentire in fase di esercizio la produzione di energia elettrica preventivata in sede di progetto.

I moduli fotovoltaici sono costituiti da diversi strati sovrapposti:

1. lastra di vetro temprato di spessore variabile che ha una duplice funzione: di assicurare una buona trasmittanza termica ($> 90\%$) ed una resistenza meccanica, considerato il fatto che le celle fotovoltaiche sono molto fragili e si rompono facilmente;
2. primo foglio sigillante trasparente in EVA (acetato vinile etilenico) che ha la funzione di garantire la tenuta agli agenti esterni ed un buon isolamento dielettrico;
3. celle fotovoltaiche;
4. secondo foglio sigillante in EVA per l'isolamento posteriore;
5. Chiusura posteriore che può essere sia in vetro (si veda i moduli prodotti dalla Schuco International) con la funzione di favorire lo scambio termico e consentire una parziale trasparenza del modulo, o in Polivinilfluoruro (PVF) noto commercialmente come tedlar® che viene impiegato in fogli nell'assemblaggio dei moduli fotovoltaici per le sue particolari caratteristiche anti-umidità.

Il *sandwich* è posto in forno di laminazione in cui, tramite riscaldamento a circa 150° , si realizza la sigillatura dei componenti, l'EVA diviene trasparente e si eliminano dall'interno della stratificazione l'aria e il vapore contenuti tra gli interstizi in modo da evitare possibili processi di corrosione. Realizzato il laminato il modulo è completato da cornici di alluminio, anche se le recenti realizzazioni propendono per soluzioni prive di cornice, che sono più leggere e preferite in campo architettonico. Nella parte posteriore del modulo fotovoltaico è collegata la scatola di giunzione per i collegamenti elettrici necessari per l'installazione.

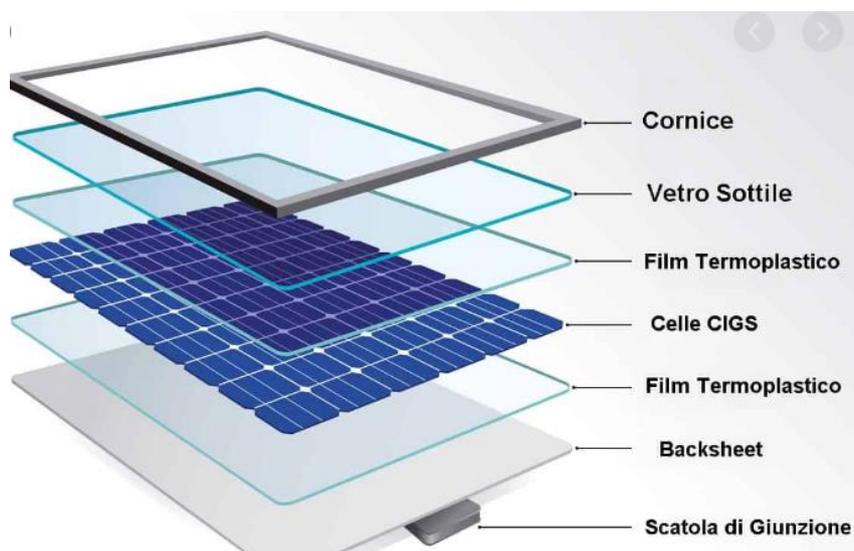


Figura 2 - Pannello fotovoltaico

Da ultimo bisogna considerare che le prestazioni di un generatore fotovoltaico dipendono dalle condizioni di insolazione locali quindi per la progettazione di un impianto fotovoltaico è necessario conoscere alcuni parametri che definiscono i percorsi che il sole descrive nei diversi periodi dell'anno al fine di determinare la potenza di energia solare incidente su una superficie inclinata con un certo angolo, con un certo orientamento e in un determinato sito.

- Latitudine del sito Φ : è l'angolo formato dalla retta congiungente il sito con il centro della terra e dal piano equatoriale.
- Azimut solare α : è l'angolo formato dalla proiezione sul piano orizzontale della congiungente sole-terra nel sito di riferimento con il semiasse sud. $\alpha = 0$ quando le due rette coincidono; $\alpha > 0$ quando il sole è verso est; $\alpha < 0$ quando il sole è verso ovest.
- Altezza solare β : l'angolo di altezza solare o elevazione solare β è l'angolo formato dalla congiungente sole-terra nel sito di riferimento con il piano orizzontale. L'altezza solare a mezzogiorno al solstizio d'estate $\beta_{max} = (90^\circ - \Phi) + 23,45^\circ$; l'altezza solare al solstizio d'inverno $\beta_{min} = (90^\circ - \Phi) - 23,45^\circ$
- Azimut superficiale del piano γ : è l'angolo formato dalla proiezione sul piano orizzontale della normale alla superficie in oggetto con il semiasse sud.
- Inclinazione della superficie in oggetto Ψ : è l'angolo formato dalla superficie in oggetto con il piano orizzontale del luogo in cui ci si trova.

Glossario minimo:

- **Cella fotovoltaica**: elemento base del generatore fotovoltaico, è costituita da materiale semiconduttore opportunamente trattato mediante "drogaggio", che converte la radiazione solare in elettricità.
- **Modulo fotovoltaico**: insieme di celle fotovoltaiche collegate tra loro in serie o in parallelo, così da ottenere valori di tensione e corrente adatti ai comuni impieghi. Nel modulo le celle sono protette dagli agenti atmosferici da un vetro sul lato frontale e da materiali isolanti e plastici sul lato posteriore.
- **Pannello fotovoltaico**: insieme di più moduli, collegati in serie o in parallelo, in una struttura rigida.
- **Cassetta di terminazione**: contenitore a tenuta stagna fissato sul retro di un modulo fotovoltaico contenente i morsetti dei cavi elettrici positivo e negativo.
- **Quadro di sezionamento**: Quadro elettrico contenente i moduli per il collegamento fisico

delle stringhe e delle linee di corrente alternata e continua e per la loro protezione con dispositivi di sicurezza idonei.

- **Stringa:** insieme di moduli o pannelli collegati elettricamente in serie fra loro per ottenere la tensione di lavoro del campo fotovoltaico.
- **Generatore fotovoltaico:** generatore elettrico costituito da uno o più moduli, pannelli, o stringhe fotovoltaiche.
- **Modulo bifacciale:** modulo fotovoltaico parzialmente trasparente che produce energia elettrica dall'irradiazione su entrambe le facce.
- **Trasparenza:** Caratteristica di un modulo FV che definisce la quantità di luce che esso lascia passare. Il fornitore dà la sua trasparenza con suo grado: se esso è uguale a 0%, il modulo è opaco. L'efficienza di un modulo semi-trasparente è sempre inferiore a quella di un modulo opaco con medesima tecnologia e superficie.
- **Potenza di picco:** è la potenza massima prodotta da un dispositivo fotovoltaico in condizioni standard di funzionamento (irraggiamento 1000 W/m^2 e temperatura 25°C).
- **Potenza nominale:** la potenza nominale (o massima, o di picco, o di targa) dell'impianto fotovoltaico è la potenza elettrica dell'impianto determinata dalla somma delle singole potenze nominali (o massime, o di picco, o di targa) di ciascun modulo fotovoltaico facente parte del medesimo impianto, misurate alle condizioni standard (temperatura pari a 25°C e radiazione pari a 1.000 W/m^2).
- **Punto di connessione alla rete:** punto di confine tra la rete del distributore o del gestore e la rete o l'impianto del cliente.
- **Rete di Trasmissione Nazionale (RTN):** è l'insieme di linee di una rete usata per trasportare energia elettrica, generalmente in grande quantità, dai centri di produzione alle aree di distribuzione e consumo come individuata dal DM 25 giugno 1999 e dalle successive modifiche e integrazioni.
- **Corrente:** L'intensità di una quantità di carica che scorre attraverso un conduttore (per es. sotto forma di elettroni attraverso un filo di rame) viene chiamata corrente elettrica. L'unità di misura della corrente è l'ampere (abbr. A).
- **Corrente alternata (AC):** Corrente soggetta a continui cambi di polarità. Nella rete pubblica tedesca la corrente alternata ha una frequenza di 50 Hz (Hertz), ciò significa che essa assume 50 volte in un secondo valori positivi o negativi di una semionda (ideale) di forma sinusoidale. La corrente o la tensione alternata vengono prodotte da generatori rotanti o invertitori.
- **Corrente continua (DC):** Flusso di corrente privo di cambio di direzione, come quello generato per es. da batterie o pannelli fotovoltaici.

- **Corrente di corto circuito:** (Abbr. ICC) La corrente prodotta da una cella solare o da un pannello se entrambi i morsetti vengono collegati senza alcuna resistenza supplementare (corto circuito).
- **Grado di efficienza:** il grado di efficienza indica il rapporto fra due misure di potenza in un sistema (potenza in uscita ed in entrata). Il grado di efficienza è un valore temporaneo e dipende dalle condizioni di esercizio del sistema nel periodo di tempo considerato. Il grado di efficienza di una cella solare o di un pannello è definito dal rapporto fra la potenza elettrica prodotta e la potenza dell'irraggiamento. In ragione della dipendenza del grado di efficienza dalla superficie è necessario tenere conto di quale superficie viene considerata nel procedimento di calcolo, per es. la superficie complessiva del pannello o solo la superficie attiva delle celle all'interno di un pannello.
- **Inseguimento solare:** Con l'ausilio di un impianto ad inseguimento solare la superficie dei pannelli dell'impianto fotovoltaico viene ruotata nel corso della giornata e segue così la posizione del sole. Il bilancio energetico dell'impianto può essere in tal modo aumentato di circa il 30%.
- **Inverter:** Trasforma la corrente continua fornita dai pannelli in corrente alternata compatibile con la rete pubblica. Servendosi di una regolazione MMP l'inverter preleva la potenza dal generatore fotovoltaico al Maximum Power Point della linea caratteristica IU.
- **Radiazione solare:** energia elettromagnetica che viene emessa dal sole in seguito ai processi di fusione nucleare che in esso avvengono. La radiazione solare (o energia) al suolo viene misurata in kWh/m².
- **Irraggiamento diffuso:** L'irraggiamento solare presente sulla superficie terrestre si divide in irraggiamento diretto ed irraggiamento diffuso. L'irraggiamento diffuso è l'irraggiamento che non giunge al punto di osservazione seguendo un percorso geometricamente diretto dal sole ma che per es. viene riflesso o scomposto da particelle presenti nell'atmosfera.
- **Irraggiamento diretto:** Irraggiamento solare che raggiunge la superficie terrestre in modo diretto. L'irraggiamento diretto si somma all'irraggiamento diffuso.
- **Irraggiamento globale:** Somma dell'irraggiamento diretto e di quello diffuso sul piano orizzontale. L'atmosfera terrestre riduce la potenza dell'irraggiamento solare extraterrestre (costante solare) a causa di assorbimento, riflessione e scomposizione, e quindi la radiazione sulla superficie terrestre alle nostre latitudini viene ridotta a ca. 1.000 W/mq (estate, cielo sereno, a mezzogiorno). La disponibilità di energia solare varia a seconda delle condizioni meteorologiche e delle leggi astronomiche (che determinano fra l'altro il corso delle stagioni). La somma media annuale dell'irraggiamento globale su di una superficie orizzontale per es.

nella regione di Hannover è pari a circa 1.000 kWh/(mq*a). Ciò corrisponde al contenuto energetico di circa 100 litri di gasolio o 100 metri cubi di metano.

- **Angolo azimutale:** L'angolo azimutale indica il grado di scostamento delle superfici dei pannelli termici o del pannello fotovoltaico dall'esatto orientamento verso sud.
- **Angolo di inclinazione:** Angolo fra il piano inclinato di ricezione e il piano orizzontale. A seconda del grado di latitudine del luogo di montaggio di un impianto solare vi sono differenti angoli di inclinazione ottimali.
- **Angolo di elevazione:** distanza angolare del sole rispetto al piano dell'orizzonte.
- **Angolo d'incidenza:** angolo fra un raggio incidente su una superficie e la sua normale (direzione perpendicolare alla superficie).
- **Assorbimento (Grado di):** Indica la quota di irraggiamento su una determinata superficie che viene trasformata in calore.
- **Balance of system (BOS)** – L'insieme delle apparecchiature elettriche oltre che i moduli FV: cavi, interruttori, inverter, sistemi di controllo e di misura, batterie e strutture di fissaggio dei pannelli.
- **Energy Payback Time (EPBT)** – Tempo di ritorno energetico – Si tratta del tempo, misurato in anni, necessario ad un sistema fotovoltaico completo (moduli+cavi+apparecchi elettronici) per produrre l'energia spesa per la sua produzione.
- **Energy Return Factor (ERF)** – Fattore di ritorno energetico – Rapporto tra l'energia prodotta da un impianto fotovoltaico durante la sua vita e l'energia utilizzata per la sua produzione.
- **Mismatching:** fenomeno che provoca un rendimento medio dell'impianto fotovoltaico inferiore a quello medio dei singoli pannelli per il fatto che in una catena di pannelli collegati in serie, la produzione di ogni pannello si adegua a quella del pannello più debole.
- **Ombreggiamento:** ostacolo all'irraggiamento diretto che proietta un'ombra sulla totalità o su una parte di cella, modulo, stringa o impianto FV.
- **Performance Ratio (PR):** rapporto tra l'indice di produzione Y_f e l'indice di riferimento Y_r (l'energia teoricamente disponibile per kWp installato, [kWh/kWp]), sullo stesso periodo. Si misura in [%].
- **TEP (Tonnellata equivalente di petrolio):** unità di misura dell'energia adottata per misurare grandi quantità, ad esempio nei bilanci energetici e nelle valutazioni statistiche. Equivale all'energia sviluppata dalla combustione di una tonnellata di petrolio. Essendo il potere calorifico del petrolio grezzo pari a 41.860 kJ/kg, una tep equivale a 41.860·103 kJ.

2.2 *Contenuto del Quadro Progettuale*

Il Quadro Progettuale si suddivide in un inquadramento generale dell'areale di riferimento in cui si inserisce la superficie oggetto di studio e in una valutazione degli impatti ambientali presumibilmente susseguenti alla realizzazione dell'opera.

Esso è stato compilato ai sensi dall'art. 27 bis del D. Lgs. 152/2006 e s.m.i. (D. Lgs. 104/2017).

Contiene, più in dettaglio:

- una descrizione del progetto con informazioni relative alle sue caratteristiche, alla sua localizzazione ed alle sue dimensioni;
- una descrizione delle misure previste per evitare, ridurre e possibilmente compensare gli impatti negativi rilevanti;
- una descrizione delle misure previste per il monitoraggio.
- una descrizione delle caratteristiche fisiche dell'insieme del progetto, compresi, ove pertinenti, i lavori di demolizione necessari, nonché delle esigenze di utilizzo del suolo durante le fasi di costruzione e di funzionamento;
- una descrizione delle principali caratteristiche della fase di funzionamento del progetto e, in particolare dell'eventuale processo produttivo, con l'indicazione, a titolo esemplificativo e non esaustivo, del fabbisogno e del consumo di energia, della natura e delle quantità dei materiali e delle risorse naturali impiegate (quali acqua, territorio, suolo e biodiversità);
- la descrizione della tecnica prescelta, con riferimento alle migliori tecniche disponibili a costi non eccessivi, e delle altre tecniche previste per prevenire le emissioni degli impianti e per ridurre l'utilizzo delle risorse naturali, confrontando le tecniche prescelte con le migliori tecniche disponibili.
- Una descrizione delle principali alternative ragionevoli del progetto (quali, a titolo esemplificativo e non esaustivo, quelle relative alla concezione del progetto, alla tecnologia, all'ubicazione, alle dimensioni e alla portata) prese in esame dal proponente.

2.3 Localizzazione e descrizione generale

L'impianto è proposto nel comune di Pabillonis, in Sardegna in Provincia di Sud Sardegna. Si tratta di un territorio a forte vocazione agricola, confermata dal progetto che **inserisce un'attività produttiva olivicola di grande impatto e valenza economica**. Insieme alla produzione fotovoltaica, necessaria per adempiere agli obblighi del paese, verranno infatti inseriti circa **73.630 alberi di olivo in assetto 'superintensivo'** i quali occuperanno **il 55 % del terreno lordo recintato** (pari a ca 44 ettari).

Complessivamente **solo un terzo del terreno sarà interessato dalla proiezione zenitale dei pannelli** fotovoltaici (tipicamente a metà giornata), mentre il 96% sarà impegnato o dall'uliveto produttivo o da mitigazioni e fasce di continuità ecologica (rispettivamente per 44 e 16 ettari, 73.630 alberi e 5.000 arbusti). L'intera superficie sarà protetta da prato permanente e prato fiorito per apicoltura.

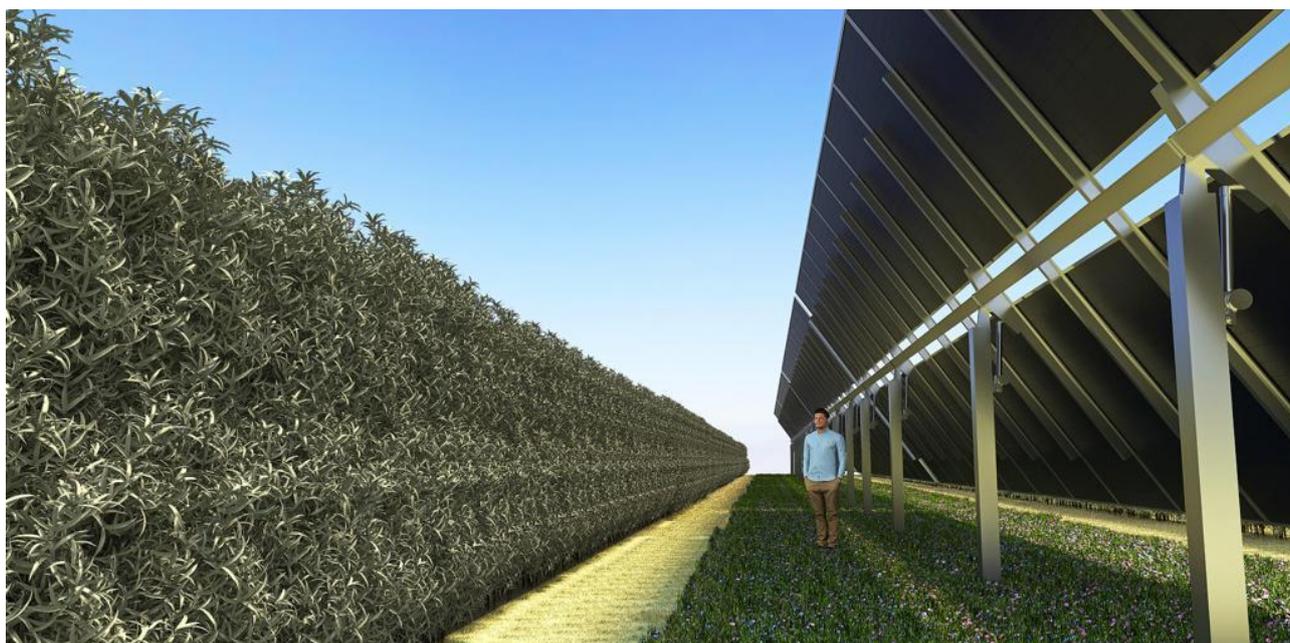


Figura 3- Render fotorealistico con prato fiorito

La produzione complessiva annua è stimabile in:

- 92,8 GWh elettrici,
- 4.400 quintali di olive, quindi 61.000 litri di olio extra vergine di oliva tracciato.

Bisogna sottolineare che in assetto tradizionale (100 alberi/ha e 30 kg/albero di produzione) questa quantità di prodotto sarebbe stata ottenuta con ca. 110 ha di superficie (e 11.000 alberi).

L'impianto dunque produce contemporaneamente energia elettrica e olive da olio, impegnando una superficie di gran lunga inferiore a quella che sarebbe stata interessata da una coltivazione tradizionale *a parità di prodotto*. Le olive saranno molite e raffinate in frantoi locali.



La produzione, che sarà tracciata e produrrà un **olio 100% italiano**, non interferirà con il mercato locale in quanto sarà interamente ritirata dall'operatore industriale **Olio Dante**, controllato dai soci di Oxy Capital (per il quale rappresenta un flusso di piccola entità, ma anche l'avvio di una strategia di grande portata). L'impatto del progetto agricolo, con la sua alta resa e basso costo di produzione, dunque **non interferirà con la valorizzazione di prezzo del prodotto locale e determinerà una esternalità positiva sull'economia agraria** con riferimento alla molitura del prodotto appena raccolto e alla manodopera agricola diretta ed indiretta.



Il progetto agricolo, interamente finanziato in modo indipendente, individua nell'associazione con il fotovoltaico l'occasione per promuovere un **olio** che entri all'interno del concetto di filiera produttiva: un olio che sia di **grande qualità** (tracciato e certificato, 100% italiano e sviluppato con tecnologie avanzate tra cui verrà valutato anche l'utilizzo della blockchain), ma allo stesso tempo **di prezzo competitivo**, tale da rendere possibile l'imbottigliamento e la distribuzione da parte di un operatore industriale come Olio Dante, e quindi **non in competizione con la produzione locale** di un olio ad alta artigianalità come il Dop di Canino.

L'utilizzo della tecnologia superintensiva e **dell'agricoltura di precisione**, infatti, grazie a risparmi sugli investimenti ed alla meccanizzazione delle attività di potatura e raccolta, consente alla produzione olivicola promossa di **stare sul mercato in modo competitivo, pur conservando una filiera produttiva interamente italiana, tracciata e certificata.**

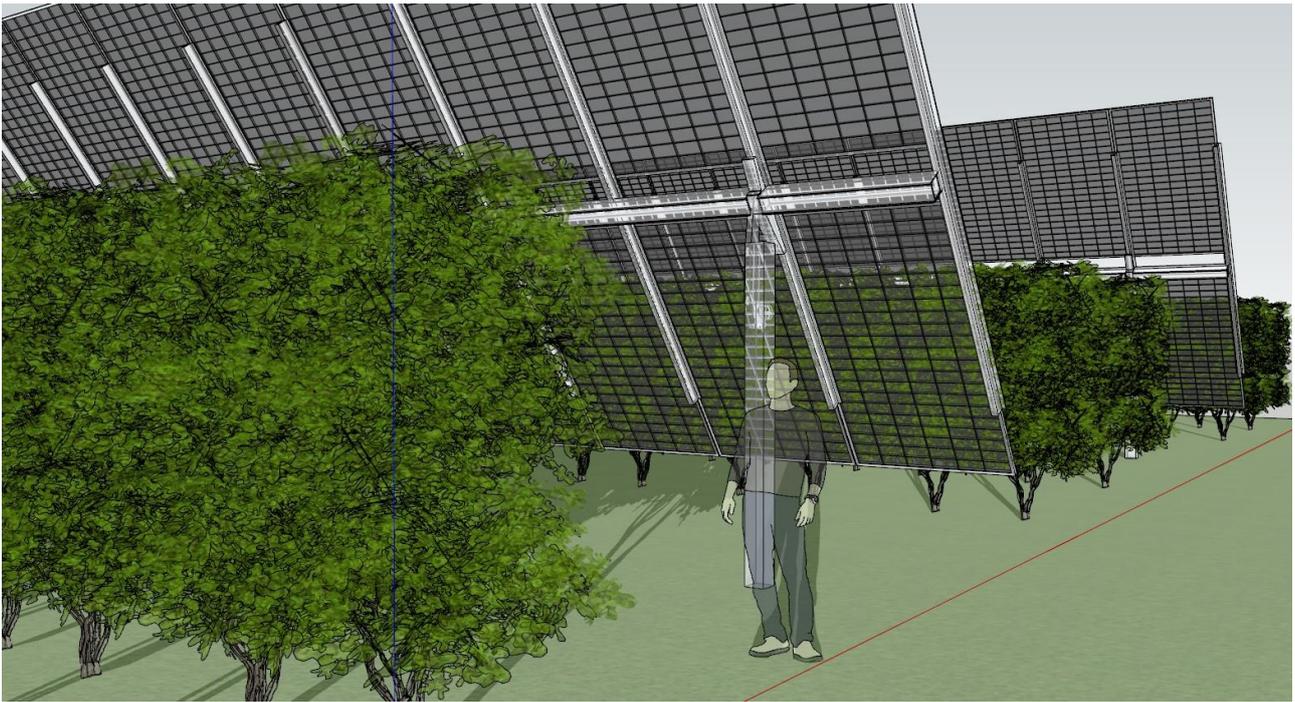


Figura 4- Schizzo dell'assetto impiantistico: un filare FV e due siepi ulivicole alternate

L'impianto è localizzato alle coordinate:

- 39°36'32.04'' N,
- 8°41'43.66'' E

Identificazione catastale:

Foglio	Particella	Foglio	Particella	Foglio	Particella	Foglio	Particella
	5		64		70		227
	6		86		72		228
	11		111		73		230
	12		120	9	74		231
	13		121		75		232
	23		123		77		236
	24		125		78		238
	25		127		90		245
	27		133		6		246
	29		135		9		248
	39		137		61		249
	40		14		64	14	251
	44		16		152		260
9	45	9	17		156		262
	47		19		199		1
	49		22		200		2
	50		28		201		196
	51		61	14	202		208
	53		63		209		215
	54		92		210		216
	55		94		211		217
	56		95		212		218
	68		97		213		264
	76		98		214		265
	79		100		224		46
	80		107		225	16	47
	82		131		226		157

Come si vede dall'immagine seguente l'impianto si dispone con andamento Nord-Sud, non

interferisce con le aree soggette a vincolo acque pubbliche e rispetta tutte le distanze previste nel Codice della Strada e altre norme di settore.

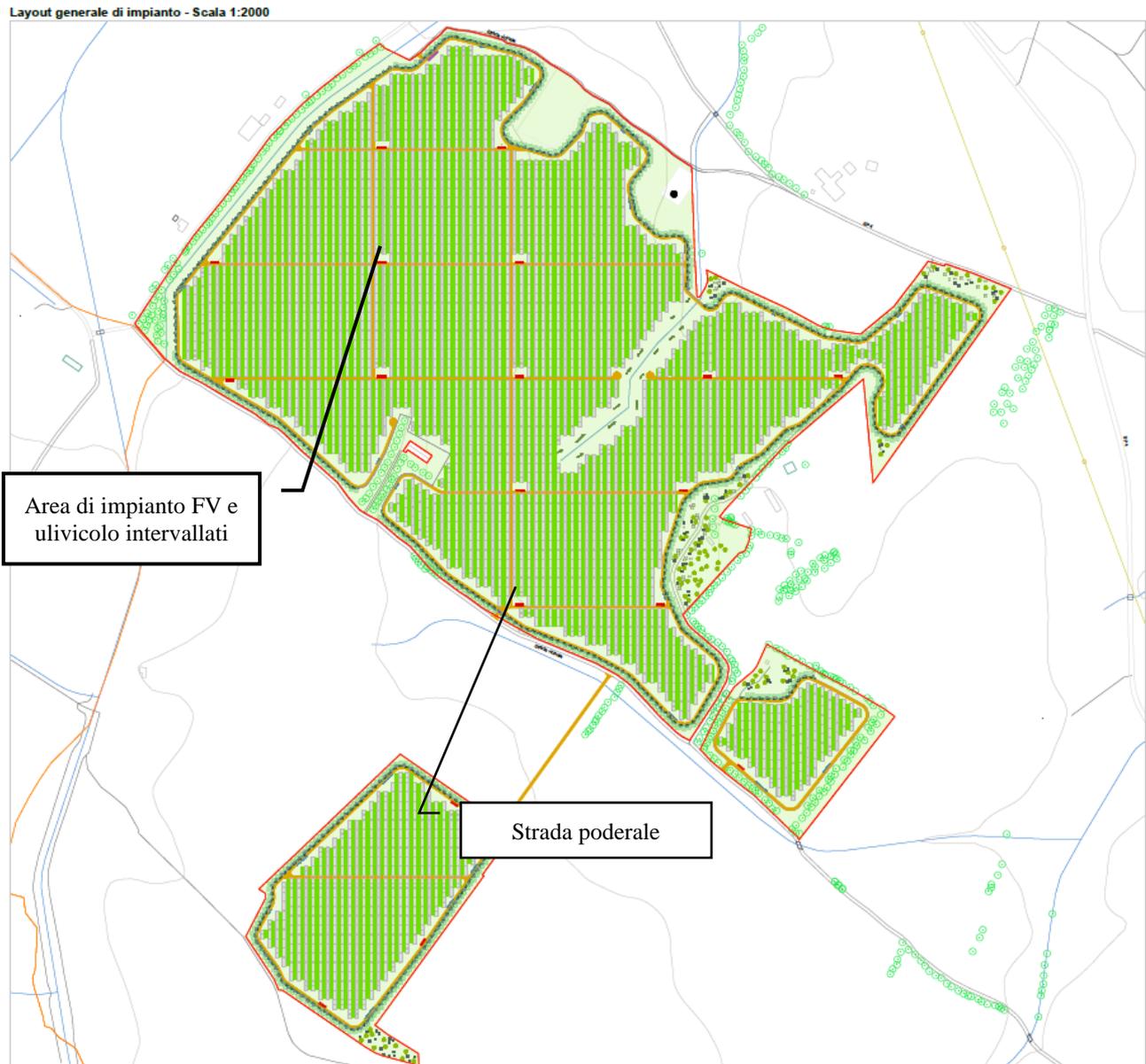


Figura 5 - Lay generale dell'impianto,

La gran parte dell'impianto è interessata dall'innovativo layout con doppio pannello rialzato da terra e con un passo attentamente calibrato per consentire una coltivazione intensiva ulivicola e tutte le relative operazioni di gestione. La distanza è stata scelta per ridurre al miglior compromesso possibile l'ombreggiamento dei pannelli e l'intensità di uso del terreno, *sia sotto il profilo elettrico sia sotto quello ulivicolo*. Con il pitch 11.00 metri è stato possibile raddoppiare i filari di ulivi, in modo da averne 2 per ogni filare fotovoltaico, in modo da garantire un'efficiente produzione in grado di

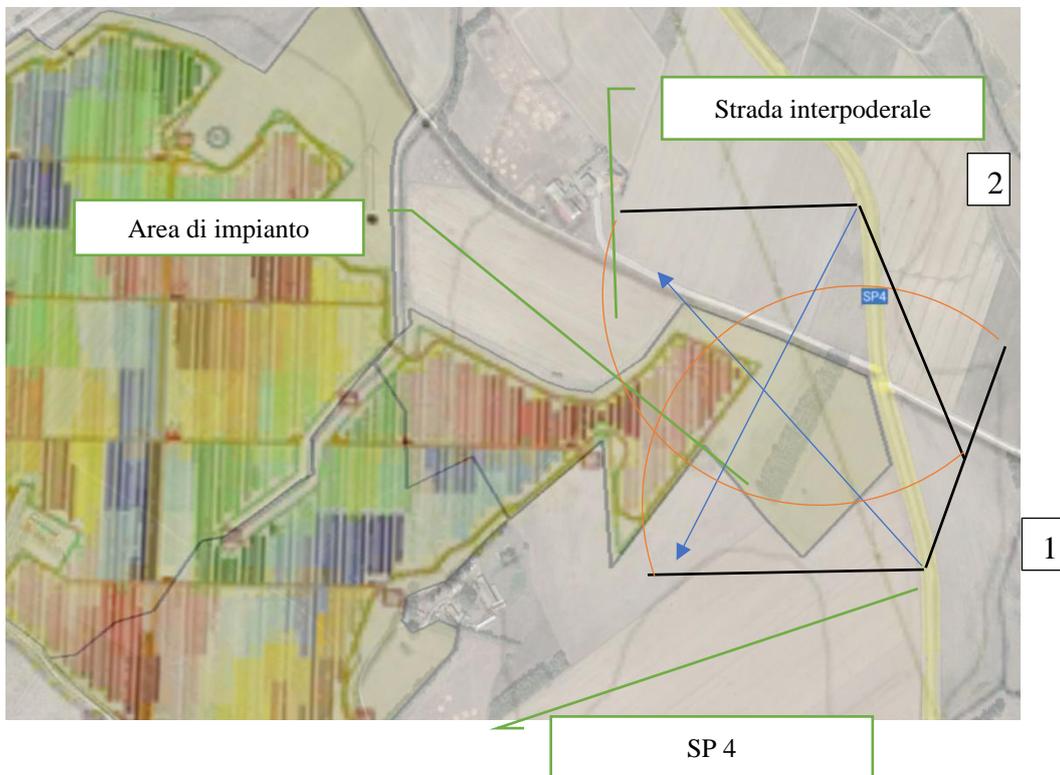
autosostenersi sia sotto il profilo dell'investimento (capex) sia sotto quello dei costi di gestione (opex).

2.3.1 Analisi della viabilità

La viabilità di accesso si avrà attraverso la Strada Provinciale 4 da Pabillonis che costeggiano l'area nell'angolo Est e Sud e dalle quali si dipartono strade di rango comunale e interpodereale che costeggiano i lotti di progetto.



Figura 6- veduta dalla Strada Provinciale 4, nel punto più vicino all'impianto



Si tratta di strade di conformazione e rango idoneo per le esigenze dell'impianto in fase di cantiere, come in dismissione.



Dall'abitato di Pabillonis il sito dista circa un chilometro e mezzo, e 600 metri dall'area industriale.

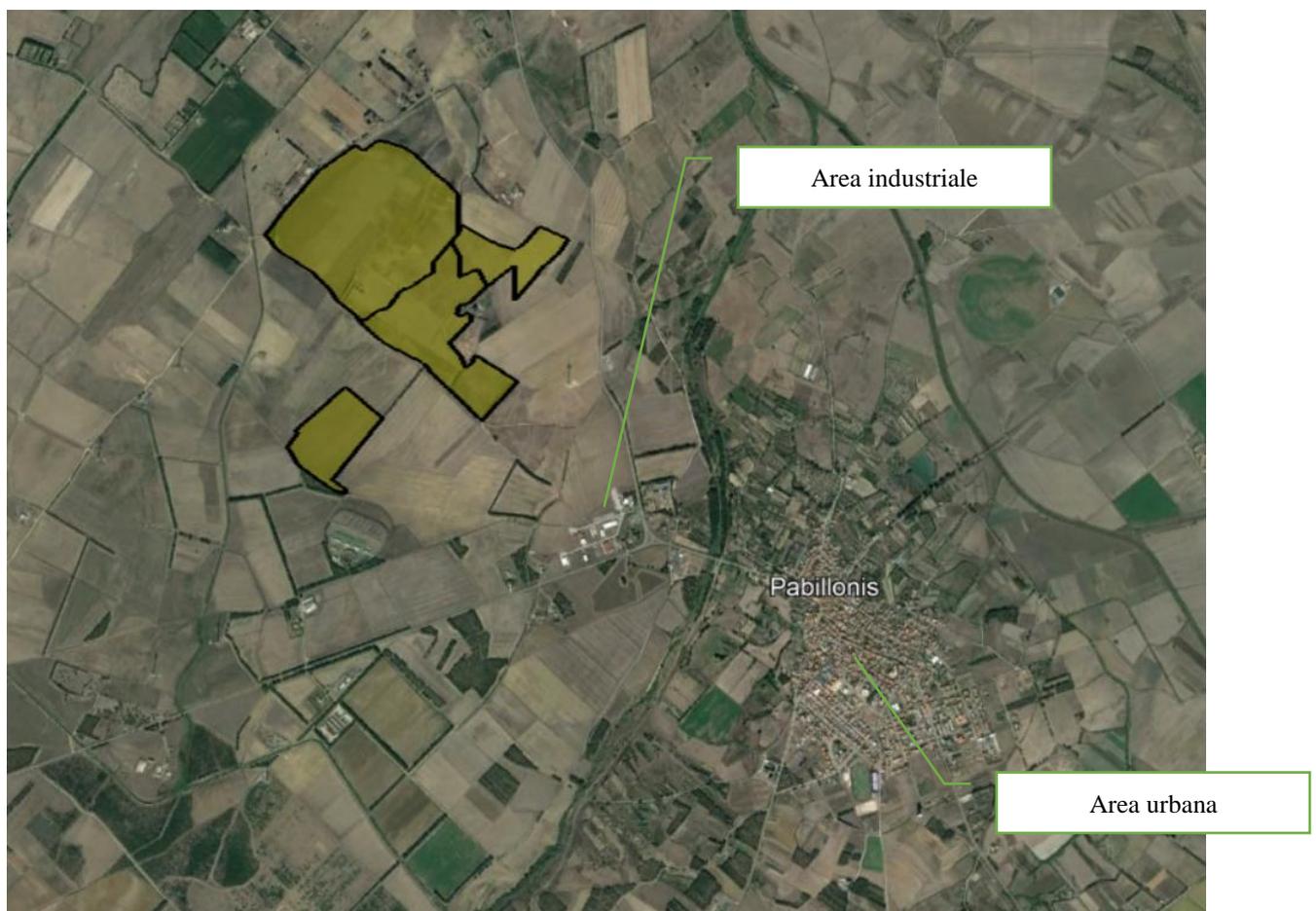
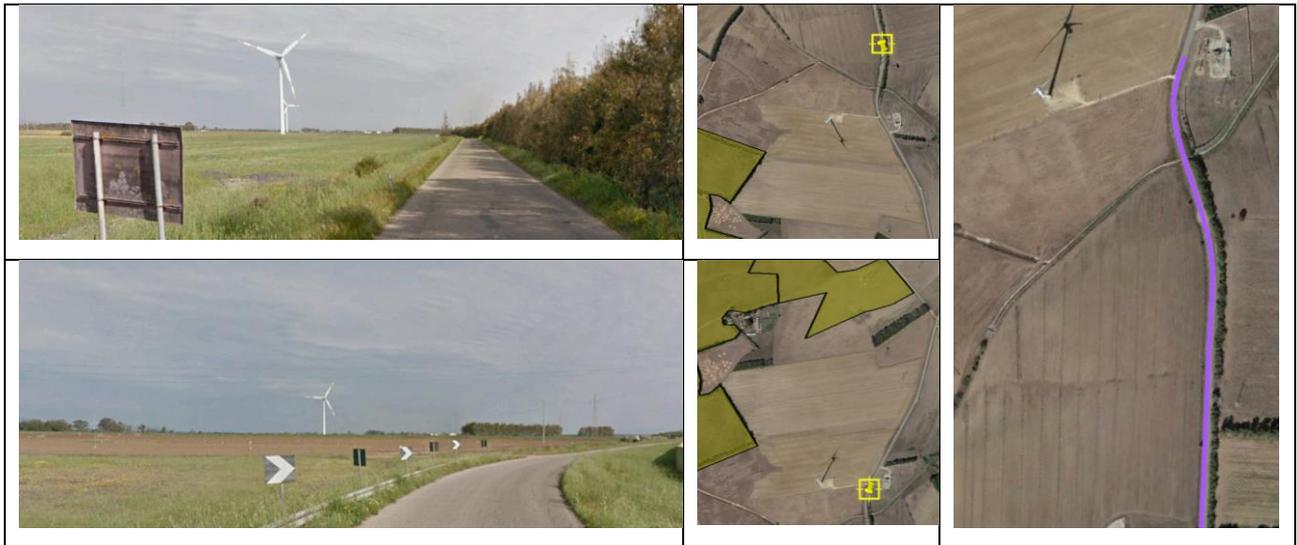


Figura 7 - Impianto e abitato di Pabillonis

A causa della conformazione perfettamente pianeggiante il sito, anche senza mitigazione, non è visibile dallo svolgimento della SP 4 mentre attraversa il paese di Pabillonis.







2.3.2 Lo stato dei suoli

I suoli sono attualmente ad uso agricolo e in buono stato generale. Nel *Quadro Ambientale* è presente una caratterizzazione di maggiore dettaglio.



Figura 8- particolare frangivento ed eolico



Figura 9- Veduta del terreno, verso pale eoliche



Figura 10 - Veduta del terreno, particolari



Figura 11 – Vedute terreno con pale eoliche, verso NORD

2.4 Descrizione generale

2.4.1 Componente fotovoltaica

La disposizione dei pannelli è stata attuata secondo i criteri resi noti dalla autorità delle Regione Sardegna e nazionale avendo cura che l'impegno di suolo rientri in parametri di sostenibilità.

Si tratta di un impianto da 52 MW elettrici in immissione.

La centrale “Energia dell’Olio Sardo” sarà realizzata in assetto agrovoltaiico e sarà accompagnata dalla realizzazione di un impianto olivicolo in assetto “superintensivo” realizzato e gestito da uno dei più importanti produttori di olio italiani e da una popolazione arborea di mitigazione e compensazione naturalistica di ca. 630 alberi e 5.000 arbusti. L'impianto produttivo olivicolo prevede l'impianto di 73.630 ulivi su 13 ettari netti utilizzati (area del fogliame, 16 % della superficie utilizzabile, mentre la superficie radiante fotovoltaica è il 33 % alla massima estensione, 20% alla minima).

*Ai fini del calcolo del parametro “agrovoltaiico” bisogna considerare, per l'uliveto, la Superficie Agricola Produttiva, che è l'insieme della superficie biologicamente dedicata all'uliveto (405.000 mq) più le aree di viabilità (35.000 mq), a questa va aggiunta la superficie della mitigazione di bordo, che è comunque agricola e funzionale alle coltivazioni (166.000 mq), e, infine, l'area del prato fiorito per apicoltura (161.000 mq), e si arriva a 768.000 mq, pari al **96% della superficie totale**.*

Il calcolo stabilito nella tabella è compiuto nel seguente modo:

- A- la “superficie complessiva del lotto” è la superficie catastale totale,
- B- la “superficie impegnata totale lorda” è la superficie definita dalla recinzione dell'impianto,
 - a. “superficie netta radiante impegnata” è la proiezione a terra dei pannelli nella loro massima estensione,
 - b. “Superficie minima proiezione tracker” è la superficie indisponibile allo spazio di coltivazione e relative lavorazioni (manovra scavalcatore per raccolte e potature),
- C- “Superficie agricola produttiva totale” (SAP) è la superficie utilizzata per aree agricole produttive, ovvero per le siepi ulivicole, le aree di manovra delle macchine agricole alla minima estensione dell'impianto fotovoltaico, come da disciplinare allegato al progetto. A queste si aggiungono le aree nette impegnate per prato fiorito (le aree di servizio relative sono in comune con l'uliveto),

- D- “*Superficie mitigazione*” è la superficie delle aree di mitigazione esterne alla recinzione,
- E- La “*Superficie agricola totale*” è la superficie complessiva in termini di attività agricola multifunzionale che l’operatore agricolo gestisce, includendo la SAP e la mitigazione, la quale svolge indispensabili funzioni di protezione dell’ambiente, della biodiversità, del paesaggio e della stessa produzione agricola.
- F- “*Superficie viabilità interna*” è la superficie della viabilità,

	Mq	Percentuale di utilizzo del terreno
A Superficie complessiva lotto	800.000	100 %
B Superficie impegnata totale lorda (entro la recinzione)	634.000	79 % (di A)
- <i>di cui superficie netta radiante impegnata</i>	260.000	33 % (di A)
- <i>di cui superficie minima proiezione tracker</i>	161.000	20 % (di A)
C Superficie agricola produttiva totale (SAP)	601.000	75 % (di A)
- <i>di cui uliveto superintensivo</i>	440.000	55 % (di A) 69 % (di B)
- <i>di cui prato fiorito</i>	161.000	20 % (di A)
D Superficie mitigazione	166.000	21 % (di A)
E “Superficie agricola totale” (SAP) + mitigazione	768.000	96 % (di A)
F Superficie viabilità interna	35.000	4,4 % (di A)

L’impianto ha un pitch di 11 mt, ne consegue che le stringhe di inseguitori monoassiali, con pannello da 610 Wp e dimensioni 2.465 x 1.134 x 35 mm, saranno poste a circa 5,67 mt di distanza in proiezione zenitale a pannello perfettamente orizzontale.



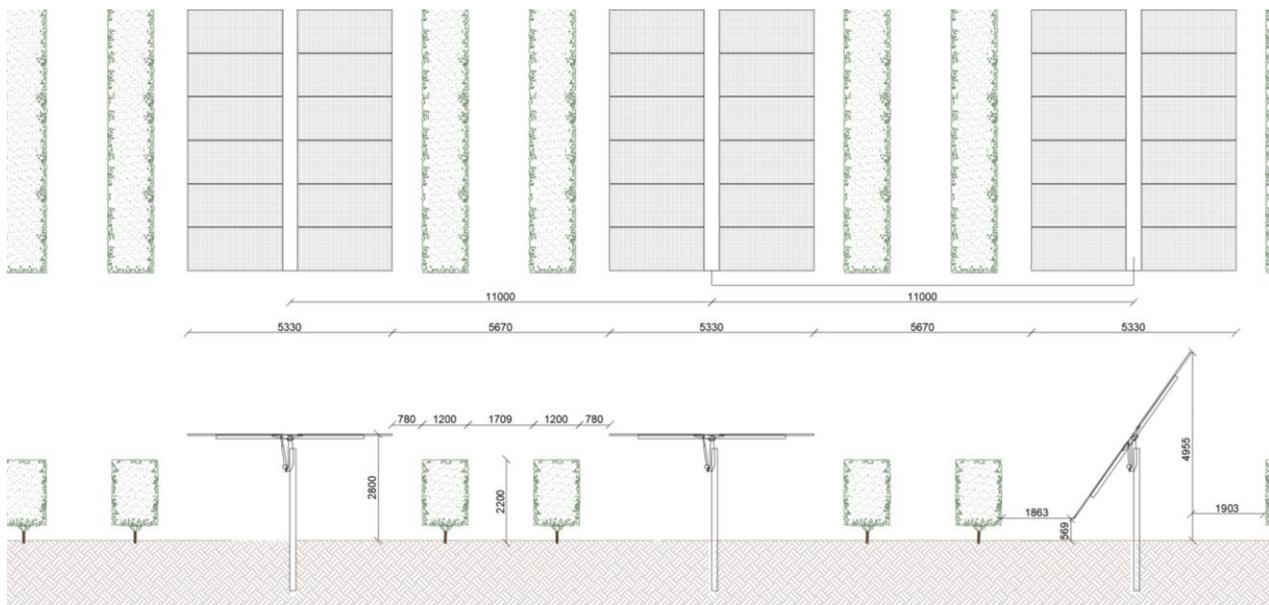


Figura 12- Sezione tipo dell'assetto agrovoltaico



Figura 13 - Schizzo in acquerello dell'interno impianto

I moduli del generatore erogheranno corrente continua (DC) che, prima di essere immessa in rete, sarà trasformata in corrente alternata (AC) da gruppi di conversione DC/AC (inverter) ed infine elevata dalla bassa tensione (BT) alla media tensione (MT 30 kV) della rete di raccolta interna per il convogliamento alla stazione di trasformazione AT/MT (150/30 kV) per l'elevazione al livello di tensione della connessione alla rete nazionale La Soluzione Tecnica Minima Generale prevede che la centrale venga collegata in antenna a 36 kV sulla sezione 36 kV di una nuova Stazione Elettrica (SE) di trasformazione della RTN a 220/150/36 kV, da inserire in entra – esce alla linea RTN 220 kV “Sulcis

- Oristano". La realizzazione della stazione di consegna (SSE Utente) è prevista nel comune di Guspini (SU), come da indicazioni condivise con l'ufficio tecnico di Terna SpA.

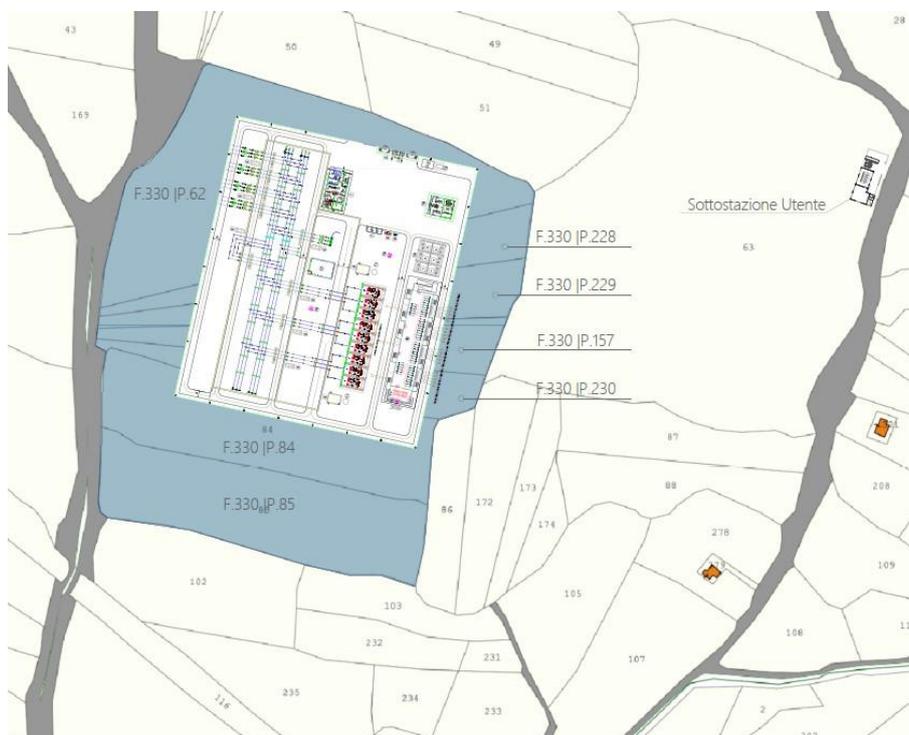


Figura 14- Ubicazione della nuova SE

2.4.2 – Componente agricola

2.4.2.1 - olivicoltura

La componente agricola del progetto prevedrà in via principale un **uliveto superintensivo coltivato a siepe** e tenuto all'altezza standard per una raccolta meccanizzata (tra 2,2 e 2,5 mt). Per ottenere un elevato rendimento per ettaro gli uliveti superintensivi sono ottimali per l'associazione con la produzione elettrica, infatti:

- *massimizzano la produzione agricola a parità di superficie utilizzabile;*
- *hanno un andamento Nord-Sud analogo a quello dell'impianto ad inseguimento;*
- *per altezza e larghezza sono compatibili con le distanze che possono essere lasciate tra i filari fotovoltaici senza penalizzare eccessivamente la produzione elettrica (che, in termini degli obiettivi del paese è quella prioritaria) né quella olivicola;*

- *la lavorazione interamente meccanizzata minimizza le interazioni tra uomini e impianto elettrico in esercizio;*
- *si prestano a sistemi di irrigazione a goccia e monitoraggio avanzato che sono idonei a favorire il pieno controllo delle operazioni di manutenzione e gestione.*

La distanza tra i tracker è stata calibrata per consentire un doppio filare di olivi, in modo da garantire una produzione elevata per ettaro. La distanza interna tra le due siepi è stata fissata a 3 metri, mentre la larghezza di ciascuna a 1,25 metri, la distanza tra due alberi nella siepe a 1,33 mt.. Il sesto di impianto è dunque 3 x 1,33 x 2,5.

Dei circa 80 ettari di terreno utilizzabili per l'impianto agrofotovoltaico (area recintata) la superficie occupata materialmente dall'impianto ulivicolo sarà pari a 44 ettari (55% del totale), mentre il numero di piante sarà pari a 73.630.

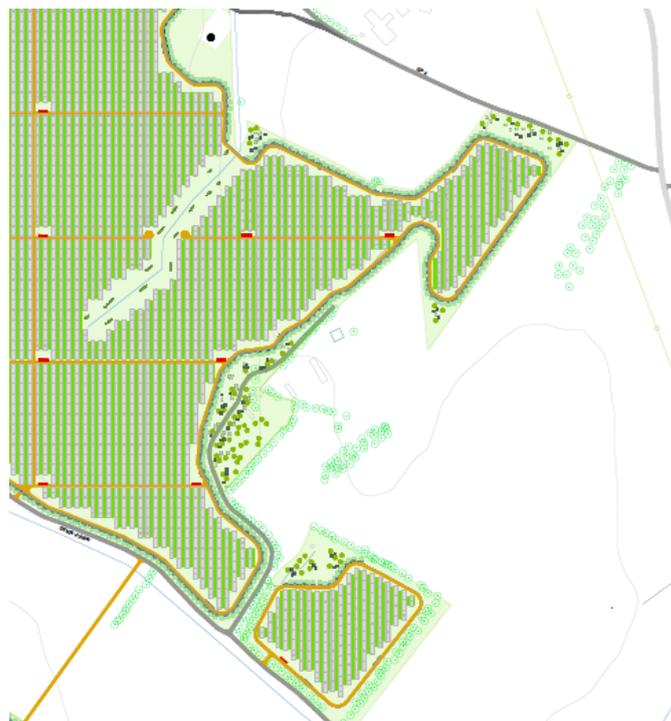
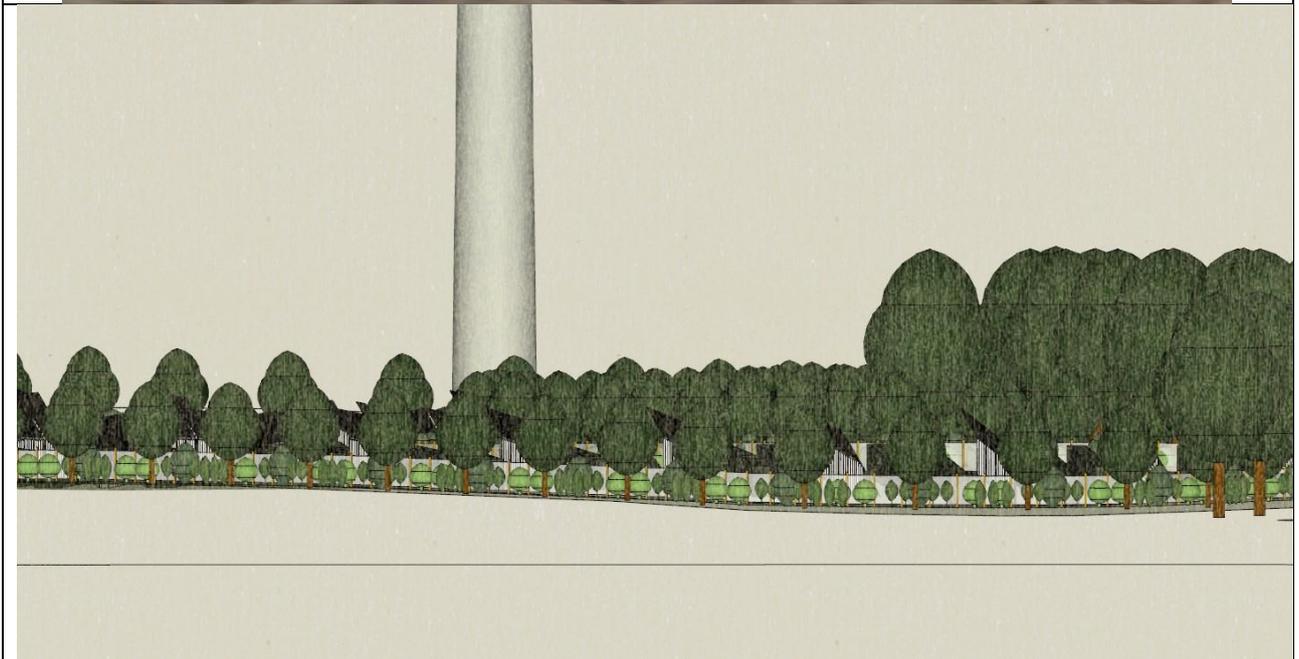
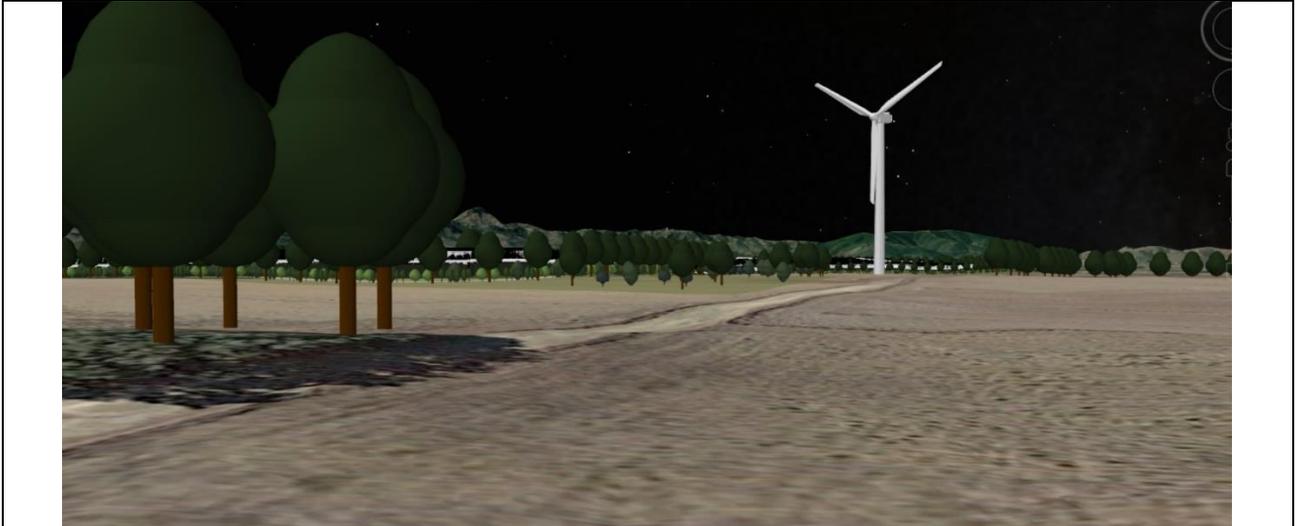
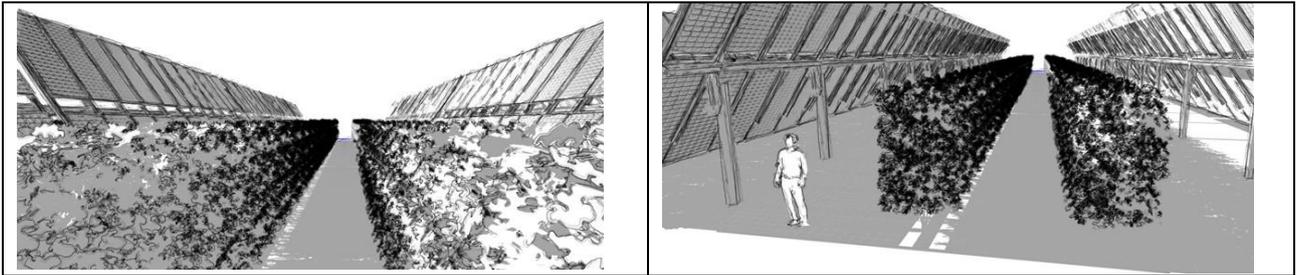


Figura 15 - Particolare impianto verso l'abitato di Pabillonis



Figura 16 - Vedute del modello 3D (volo d'uccello)



2.4.2.2 – apicoltura

La seconda componente agricola inserita è una apicoltura che farà uso di un prato fiorito permanente di ca. 16 ha, disposto sotto i tracker nell'area non utilizzata come spazio di manovra delle operazioni di gestione agricola, o manutenzione fotovoltaica. Le arnie, ca. 50, saranno disposte in aree sicure entro la mitigazione scelte in modo da consentire il 'pascolo' degli insetti impollinatori in tutta l'area.



2.5 *La regimazione delle acque*

2.5.1 – Regimazione superficiale

Il progetto non prevede interventi di regimazione delle acque se non minimi interventi, qualora necessari a migliorare il naturale deflusso verso il corso d'acqua ai margini dell'intervento e l'uso per agricoltura del terreno. Tutte le linee di impluvio naturali sono state rispettate e utilizzate per creare il corretto drenaggio superficiale del suolo.

Sul terreno non sono presenti evidenti segni dello scorrere delle acque, in quanto il terreno è perfettamente pianeggiante.



Figura 17 - Particolare terreno nel lotto di impianto

Nella realizzazione dell'impianto nessun movimento di terra, volto a modificare o rettificare queste linee di impluvio o spartiacque naturali, sarà compiuto.

Qualche lievissima linea di impluvio o spartiacque, anche se scarsamente apprezzabile, correrà in

alcuni casi sotto le stringhe, avendo cura in sede di progettazione esecutiva a che il palo di infissione non capiti nell'arco di un metro da queste. Quando possibile sarà lasciata tra le file di pannelli. Le aree di compluvio saranno opportunamente drenate e, se possibile e necessario, lasciate libere dai pannelli in sede di progettazione esecutiva.

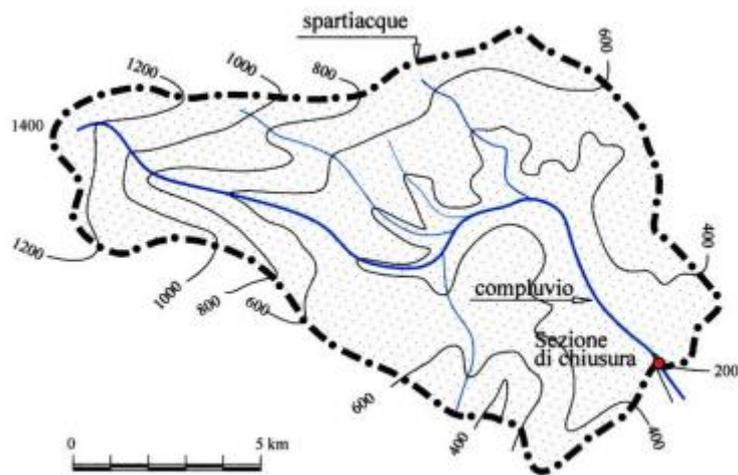


Figura 18 - Mappa bacino topografico

Per facilitare lo scorrimento delle acque saranno eventualmente, nelle zone di confluenza di flussi valutati significativi, realizzati interventi leggeri di sistemazione con pietrame e sottofondi, realizzando piccoli letti di scorrimento o aree di drenaggio. In questo modo sarà configurato un recupero idrico per alimentare piccoli bacini idrici a servizio della pulizia pannelli e della irrigazione delle piante di mitigazione e produttive.

2.5.2 – Impianto di irrigazione e fertirrigazione

L'impianto ulivicolo richiede una costante e mirata fornitura di acqua e di fertilizzante. A tale scopo nel progetto una società specializzata ha redatto un progetto per impianto di irrigazione che farà uso dei pozzi esistenti e già autorizzati.

L'uliveto ad alta intensità richiede, tuttavia, un minor apporto di acqua in quanto sono praticamente assenti le classiche strutture dicotomiche che costituiscono l'architettura della pianta nei sistemi tradizionali, ma che al tempo stesso sono un fattore di consumo di acqua.

L'impianto prevede le condotte principali di adduzione interrato ad una profondità compatibile con la canalizzazione elettrica (a profondità inferiore) e ali gocciolanti autocompensanti lungo le file

Descrizione dell'impianto:

Strutturalmente l'impianto prevede, oltre alle condotte principali di adduzione per il trasporto delle acque all'interno dell'appezzamento (che saranno opportunamente interrato), l'utilizzo di ali gocciolanti auto compensanti, poste lungo le file dell'impianto per la distribuzione lungo le file. Si è scelto di utilizzare ali gocciolanti e non tubazioni con gocciolatori singoli per prevenire eventuali rotture di gocciolatori durante il passaggio della macchina raccogliatrice.

Le ali gocciolanti che derivano dalle condotte secondarie saranno di diametro 16-20 mm con gocciolatori di portata 2 litri/h per cada gocciolatore e un interspazio di 50-60 cm considerando le caratteristiche del terreno tendenzialmente argilloso.

- L'acqua utilizzata per l'impianto di irrigazione proverrà da 2 pozzi aziendali già presenti in azienda da cui dipartiranno le condotte principali e sui cui boccapozzi saranno installati impianti di pre-filtrazione a graniglia di sabbia e filtrazione a dischi 60 mesh.
- Inoltre, è previsto il montaggio di un impianto di fertirrigazione (tre elementi macro più acidi) che consentirà di apportare al terreno tutti gli elementi nutritivi necessari attraverso la pratica dell'irrigazione.
- L'impianto prevede inoltre la presenza di alcuni pali/ gruppi di valvola per sostenere i ricevitori che permettono l'automatizzazione dell'impianto, che avranno un'altezza fuori terra non superiore a 1,7 metri e verranno collocati in prossimità dei pannelli fotovoltaici, in 18 maniera tuttavia tale da non essere d'ostacolo ai macchinari e da non creare alcune interferenze tra le onde (Tale punto dovrà essere approfondito in fase esecutiva del progetto).
- L'impianto di irrigazione verrà attivato circa una volta ogni 10 giorni e resterà acceso per una durata pari a circa 3-4 ore. Dal momento che l'impianto di irrigazione è l'elemento di distribuzione delle acque dai pozzi aziendali, si devono rendere disponibili lungo le viabilità appositi passaggi per le condotte principali di adduzione principali. Le condotte di adduzione secondarie invece dovranno essere interrate a sezioni di 150-200 metri che taglieranno trasversalmente l'impianto di oliveto e fotovoltaico. Pertanto è necessario che tali condotte siano poste a dimora contestualmente alla strutturazione della rete dell'impianto fotovoltaico. La definizione del progetto fotovoltaico è stata condivisa con la strutturazione dell'impianto idrico.
- L'impianto prevede anche un'estensione anche nella struttura fissa dell'impianto fotovoltaico, al fine di garantire la pulizia dei suoi pannelli.

2.6 Le opere elettromeccaniche

2.6.1 Generalità

La centrale fotovoltaica “Energia dell’Olio Sardo” sviluppa una potenza nominale complessiva di 52.558 kWp. Ed è costituita da 86.160 moduli fotovoltaici in silicio cristallino da 610 Wp, 155 inverter di stringa di potenza nominale da 320 kW, 18 cabine di trasformazione, 1 cabina di raccolta.

Dati di sintesi impianto	
Potenza nominale impianto (kW)	52.558
Moduli fotovoltaici 610 W (pcs)	86.160
Struttura tracker monoassiale 2P (double-portraits) da 24 moduli (pcs)	210
Struttura tracker monoassiale 2P (double-portraits) da 48 moduli (pcs)	1.690
Inverter di stringa 320 kW (pcs)	155
Cabina di trasformazione inverter MT/BT (pcs)	18
Vani tecnici	0
Cabina di raccolta (pcs)	1

I moduli del generatore erogheranno corrente continua (DC) che, prima di essere immessa in rete, sarà trasformata in corrente alternata (AC) da gruppi di conversione DC/AC (inverter) ed infine elevata dalla bassa tensione (BT) alla media tensione (MT 30 kV) della rete di raccolta interna per il convogliamento alla stazione di trasformazione AT/MT (150/30 kV) per l’elevazione al livello di tensione della connessione alla rete nazionale.

L’impianto sarà suddiviso in:

Piastra	Cabine	Cabina Raccolta	Tipologia struttura	n. Strutture	n. moduli	Potenza DC (kWp)
1	14 X 4 MW	R1	TR_2P_24X610	141	3.384	44.345
			TR_2P_48X610	1.444	69.312	
2	1 x 3 MW		TR_2P_24X610	11	264	2.035
			TR_2P_48X610	64	3.072	
3	3 x 3 MW		TR_2P_24X610	58	1.392	6.178
			TR_2P_48X610	182	8.736	
TOT	18			1.900	86.160	52.558

Figura 20 - Suddivisione delle piastre e delle cabine

Il campo adopera un sistema di inseguitori monoassiali che porta il numero di ore equivalenti in un anno, ad un risultato pari a **1.766**.

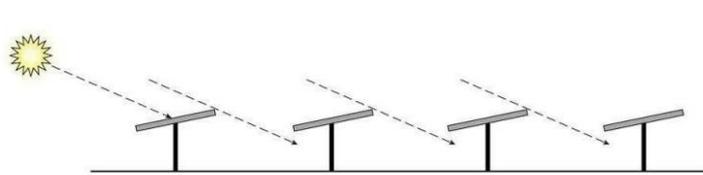


Figura 21- schema inseguitori

Da questo dato è possibile stimare l'energia media prodotta ed immessa in rete dall'impianto:

Energia = 52.588 * 1.766 = 92.831.429 kWh/anno

All'interno del campo saranno posizionate n° 18 Cabine di sottocampo per la conversione dell'energia da corrente continua a corrente alternata e per la trasformazione dell'energia da bassa a media tensione. In relazione alla morfologia del territorio si ritiene di dover suddividere l'impianto in n. 3 piastre come definito in Figura.

Tutti i quadri di stringa saranno connessi agli inverter attraverso un sistema di comunicazione dati per il costante monitoraggio dell'impianto. Gli inverter saranno dotati di una scheda di comunicazione con uscita GSM/GPRS per il monitoraggio remoto dell'impianto.

Di seguito sono esposti i motivi che hanno determinato le scelte progettuali dei principali componenti dell'impianto:

- Struttura di Sostegni ad inseguitore monoassiale
- Moduli fotovoltaici
- Sistema di conversione DC/AC (Inverter)
- Trasformatore Mt/Bt
- Quadri di Media tensione,

2.6.2 Strutture di Sostegno ad inseguitore monoassiale

I moduli fotovoltaici saranno assemblati in blocchi motorizzati. È stato scelto un sistema di inseguitore monoassiale che consente, attraverso apposito software, di orientare i moduli in direzione est-ovest secondo un'inclinazione che varia nelle 8.760 ore dell'anno.

Il sistema di fissaggio scelto è con pali di fondazione metallici direttamente infissi nel terreno (senza blocchi di fondazione). Questo sistema consente un completo ripristino del terreno nelle condizioni originarie quando i moduli verranno rimossi.

La struttura sarà posta ad altezza di 2,8 metri per consentire una maggiore distanza, e riuscire ad inserire una doppia fila di siepi ulivicole, e ridurre l'ombreggiamento tra i moduli ed i pannelli e sarà predisposta per l'eventuale uso di moduli bifacciali.



Figura 22- Tracker monoassiali (esempio)

Tutta l'elettronica di comando è a bordo macchina, posta in appositi quadri stagni. L'assieme è quindi contenuto negli ingombri e non richiede il posizionamento in quadro di ulteriori quadri, apparecchiature o cabinati di controllo. Lo stesso attuatore lineare atto alla traslazione del piano dei moduli è sostanzialmente integrato negli elementi della struttura di supporto. Si avranno indicativamente una potenza installata di circa 250 W per singolo attuatore lineare. Ogni inseguitore di lunghezza di circa 50 m avrà indicativamente n°4 attuatori, con un fattore di contemporaneità di esercizio pari a 0,5. Sono presenti anche stringhe dimezzate, con 25 moduli e quindi una lunghezza equivalente.

2.6.3 Moduli fotovoltaici

I moduli utilizzati nella progettazione saranno in silicio e saranno costituiti da celle collegate in serie tra un vetro temperato ed alta trasmittanza e due strati di materiali polimerici (EVA) e di Tedlar, impermeabili agli agenti atmosferici e stabili alle radiazioni UV. La struttura del modulo fotovoltaico sarà completata da una cornice in alluminio anodizzato provvista di fori di fissaggio, dello spessore di 50 mm. Ciascun modulo sarà dotato, sul retro, di n° 1 scatola di giunzione a tenuta stagna IP68 contenente 3 diodi di bypass e tutti i terminali elettrici ed i relativi contatti per la realizzazione dei cablaggi. Le caratteristiche costruttive e funzionali dei pannelli dovranno essere rispondenti alle Normative CE, e i pannelli stessi sono qualificati secondo le specifiche IEC 61215 ed. 2, IEC 61730-1 e IEC 61730-2. Le specifiche tecniche e dimensionali dei singoli moduli dovranno essere

documentate da attestati di prova conformi ai suddetti criteri. È allegata una scheda tecnica di un pannello preso a base della progettazione. Il generatore fotovoltaico sarà realizzato con n. 86.140 moduli da 610Wp cadauno marca Jinko Solar modello JKM610M.

I dati caratteristici sono forniti dal produttore come evidenziato nella tabella di seguito allegata.

Module Type	JKM590N-78HL4-BDV		JKM595N-78HL4-BDV		JKM600N-78HL4-BDV		JKM605N-78HL4-BDV		JKM610N-78HL4-BDV	
	STC	NOCT								
Maximum Power (Pmax)	590Wp	444Wp	595Wp	447Wp	600Wp	451Wp	605Wp	455Wp	610Wp	459Wp
Maximum Power Voltage (Vmp)	44.91V	41.89V	45.08V	42.00V	45.25V	42.12V	45.42V	42.23V	45.60V	42.35V
Maximum Power Current (Imp)	13.14A	10.59A	13.20A	10.65A	13.26A	10.71A	13.32A	10.77A	13.38A	10.83A
Open-circuit Voltage (Voc)	54.76V	52.02V	54.90V	52.15V	55.03V	52.27V	55.17V	52.41V	55.31V	52.54V
Short-circuit Current (Isc)	13.71A	11.07A	13.79A	11.13A	13.87A	11.20A	13.95A	11.26A	14.03A	11.33A
Module Efficiency STC (%)	21.11%		21.29%		21.46%		21.64%		21.82%	
Operating Temperature(°C)	-40°C~+85°C									
Maximum system voltage	1500VDC (IEC)									
Maximum series fuse rating	30A									
Power tolerance	0~+3%									
Temperature coefficients of Pmax	-0.30%/°C									
Temperature coefficients of Voc	-0.25%/°C									
Temperature coefficients of Isc	0.046%/°C									
Nominal operating cell temperature (NOCT)	45±2°C									
Refer. Bifacial Factor	80±5%									

Figura 23 - Moduli fotovoltaici

2.6.4 Sistema di conversione DC/AC (Inverter)

La produzione di energia elettrica in un campo fotovoltaico avviene in corrente continua (DC). Per effettuare l'immissione nella rete di distribuzione a 20 kV è necessario effettuare la conversione della corrente da continua ad alternata e quindi la trasformazione da bassa a media tensione.

Per ottimizzare l'efficienza della conversione si è scelto di utilizzare un sistema di conversione "distribuita" adoperando inverter che saranno installati direttamente sulle relative stringhe. Saranno impiegati 155 inverter.

Il vantaggio di questa soluzione è costituito dal fatto che, senza un trasformatore di bassa tensione, sia può ottenere un grado di rendimento più elevato riducendo contemporaneamente i costi degli inverter.

Tra i prodotti commercialmente disponibili saranno impiegati inverter in grado di garantire:

- conformità alle normative europee di sicurezza;

- conformità al codice di rete;
- disponibilità di informazioni di allarme e di misura su display integrato;
- funzionamento automatico, semplicità d'uso e di installazione;
- sfruttamento ottimale del campo fotovoltaico con la funzione MPPT integrata;
- elevato rendimento globale;
- affidabilità e lunga durata del servizio;
- forma d'onda di uscita perfettamente sinusoidale;
- dispositivo di controllo dell'isolamento sul lato DC;
- possibilità di regolazione di potenza attiva e reattiva con controllo locale o remoto; possibilità di monitoraggio, di controllo a distanza e di collegamento a PC per la raccolta e l'analisi dei dati.

Ciascun gruppo di conversione sarà dotato di un dispositivo per il sezionamento, comando ed interruzione atto a svolgere funzione di dispositivo di generatore (DDG). Gli inverter saranno alloggiati presso stazioni di conversione appositamente predisposte. La taglia delle macchine è stata scelta come compromesso tra l'opportunità di ridurre l'impatto sulla produzione ed il costo di un eventuale fuori servizio (distribuendo la funzione di conversione) e la necessità di assicurare prestazioni e funzioni di controllo evolute tipiche (ancorché non più esclusive) delle macchine centralizzate. L'utilizzo di cosiddetti inverter "di stringa" da posizionarsi in capo consente inoltre di non dover realizzare ulteriori fabbricati cabina per alloggiare le apparecchiature.

La sintesi degli elementi sopra descritti ha condotto alla scelta di macchine prodotte dalla società SUNGROW modello SG350HX. Di seguito le caratteristiche elettriche principali.

Type designation	SG350HX
Input (DC)	
Max. PV input voltage	1500 V
Min. PV input voltage / Startup input voltage	500 V / 550 V
Nominal PV input voltage	1080 V
MPP voltage range	500 V – 1500 V
MPP voltage range for nominal power	860 V – 1300 V
No. of independent MPP inputs	12 (optional: 14/16)
Max. number of input connector per MPPT	2
Max. PV input current	40 A * 12 (optional: 30 A * 14 / 30 A * 16)
Max. DC short-circuit current	60 A * 12 (optional: 60 A * 14 / 60 A * 16)
Output (AC)	
AC output power	352 kVA @ 30 °C / 320 kVA @ 40 °C
Max. AC output current	254 A
Nominal AC voltage	3 / PE, 800 V
AC voltage range	640 – 920V
Nominal grid frequency / Grid frequency range	50 Hz / 45 – 55 Hz, 60 Hz / 55 – 65 Hz
THD	< 3 % (at nominal power)
DC current injection	< 0.5 % In
Power factor at nominal power / Adjustable power factor	> 0.99 / 0.8 leading – 0.8 lagging
Feed-in phases / connection phases	3 / 3
Efficiency	
Max. efficiency / European efficiency	99.01 % / 98.80 %

Figura 24 - Caratteristiche tecniche degli inverter SUNGROW modello SG350HX

Si noti che ogni singolo inverter avrà in condizioni di normale funzionamento una potenza di uscita pari a 320 kW, erogata ad una tensione nominale in bassa tensione pari a 800V.

Il lato corrente continua avrà tensioni variabili in funzione delle temperature di esercizio, comunque nei limiti del funzionamento a MPPT e nel rispetto della tensione massima di ingresso del sistema.

Al fine di agevolare al massimo il cablaggio ottimizzando i tempi di posa, riducendo le possibilità di errore e al fine di agevolare le attività manutentive, la lunghezza delle stringhe è stata accuratamente valutata in concerto con le caratteristiche elettriche dei convertitori ed in funzione della dimensione degli inseguitori. Si adatteranno pertanto stringhe tutte uguali tra loro, con un numero di moduli pari a 25. Ogni stringa verrà connessa al singolo MPPT dell'inverter. Il numero di stringhe per macchina è variabile, in funzione delle singole piastre.

L'elevato numero di "MPPT" (maximum power point tracker) unito all'elevato valore di tensione ammessa sul lato corrente continua consente infatti di ottimizzare il numero di stringhe in ingresso alla singola macchina evitando l'installazione di ulteriori quadri in campo. Tale scelta determinerà pertanto un minor impatto visivo dell'installazione oltre che un minor dispendio di risorse sia in fase installativa che in fase manutentiva.

Ogni inverter avrà a bordo tutto quanto necessario per il corretto funzionamento e monitoraggio, con particolare riferimento a:

- controllo di correnti disperse;
- verifica dell'isolamento del campo fotovoltaico da terra;
- sezionamento lato corrente continua;
- protezione da sovratensioni;
- monitoraggio integrato di stringa e funzionalità anti PID (fenomeno di degrado dei moduli fotovoltaici).

Il corretto accoppiamento inverter e numero di moduli, visibile negli allegati di calcolo, garantirà elevate efficienze di conversione.

Di seguito si riportano le curve di efficienza fornite dal costruttore.

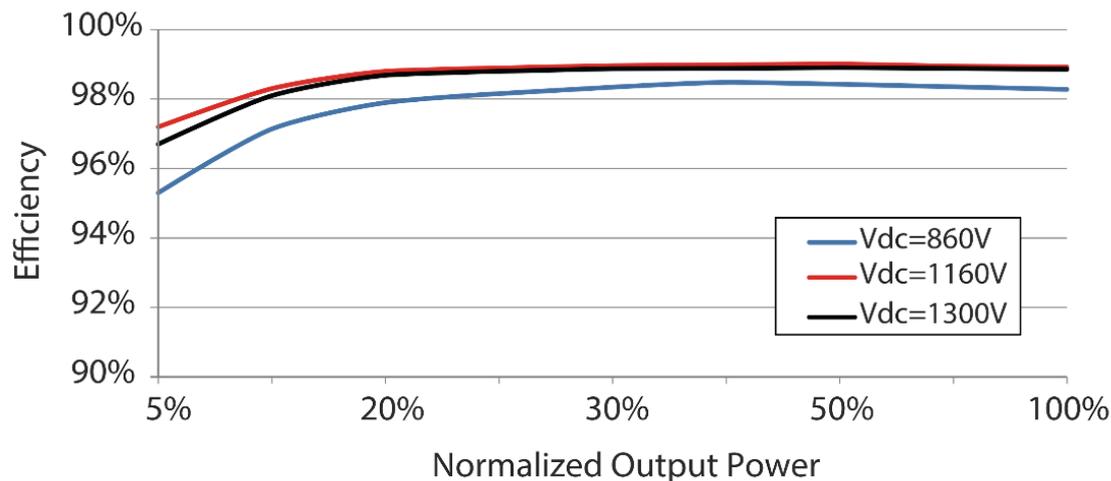


Figura 25 - Efficienza inverter

Gli inverter, come riscontrabili negli elaborati progettuali, verranno installati in campo, in prossimità del campo fotovoltaico. In generale saranno ancorati a profili metallici, adeguatamente dimensionati, ed infissi nel terreno. Sarà inoltre prevista una lamiera di copertura atta a proteggere i dispositivi dalle intemperie. Le macchine saranno in ogni caso compatibili con l'installazione in ambiente esterno.

2.6.5 Sotto-cabine MT

Le varie piastre sono dotate di cabine di trasformazione MT/BT atte ad elevare gli 800 V AC nominali in uscita dagli inverter alla media tensione a 30kV utilizzata per distribuire l'energia prodotta all'interno del lotto fino alla consegna in alta tensione.

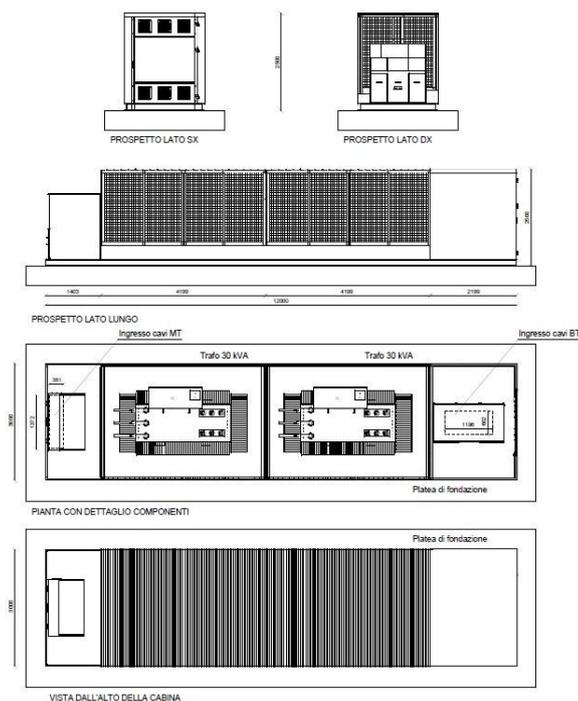


Figura 26 – Cabina tipo MT/BT

Ogni sotto cabina sarà dotata di adeguato trasformatore MT/BT e di interruttori BT atti a proteggere le linee in partenza per ogni inverter. I fabbricati saranno realizzati con soluzioni standard prefabbricate dotate di quanto necessario per ottenere posa ed un esercizio a regola d'arte.

In ogni cabina dovrà essere alloggiato un trasformatore dedicato ai servizi ausiliari a 400V trifase e 230V monofase. In particolare, tali macchine dovranno alimentare i sistemi di raffrescamento di cabina, le alimentazioni ausiliare delle apparecchiature di verifica e monitoraggio e gli attuatori dei sistemi di inseguimento monoassiale in campo.

2.6.6 Area di raccolta cabine MT

L'energia prodotta dalle stazioni di conversione e trasformazione sarà immessa sulla rete di raccolta MT dell'impianto, esercita a 30 kV secondo una configurazione radiale su più linee. Ogni cabina MT/BT interna al campo avrà adeguato interruttore MT ubicato nella cabina di raccolta, quale interruttore di protezione linea. Sarà pertanto sempre possibile lavorare in sicurezza nella singola sottocabina operando sugli interruttori di manovra previsti. Alla medesima cabina di raccolta verranno convogliati tutte le cabine presenti.

Sarà inoltre possibile togliere alimentazione all'intero campo fotovoltaico agendo sull'interruttore generale in media tensione unico per tutto l'impianto.

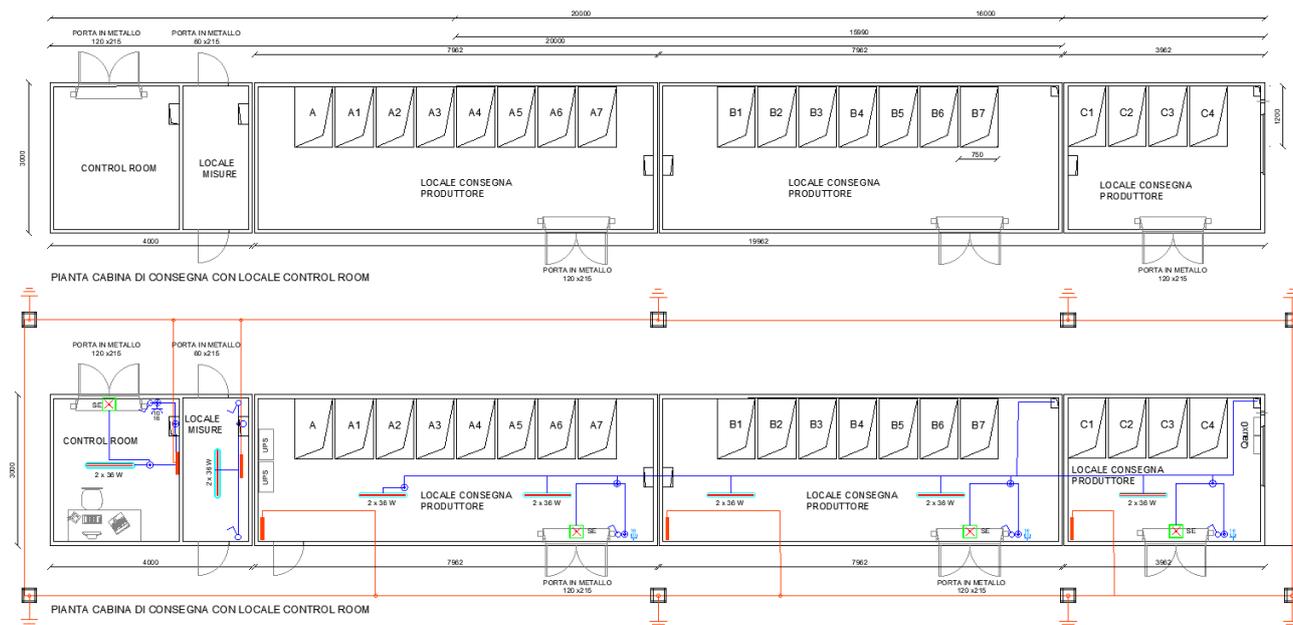


Figura 27- Cabina di raccolta e control room

2.7 Il dispacciamento dell'energia prodotta

Per potere immettere in rete una potenza elettrica superiore a 1 MW si rende necessario effettuare una connessione con linea elettrica di sezione adeguata alla potenza massima erogata dall'impianto.

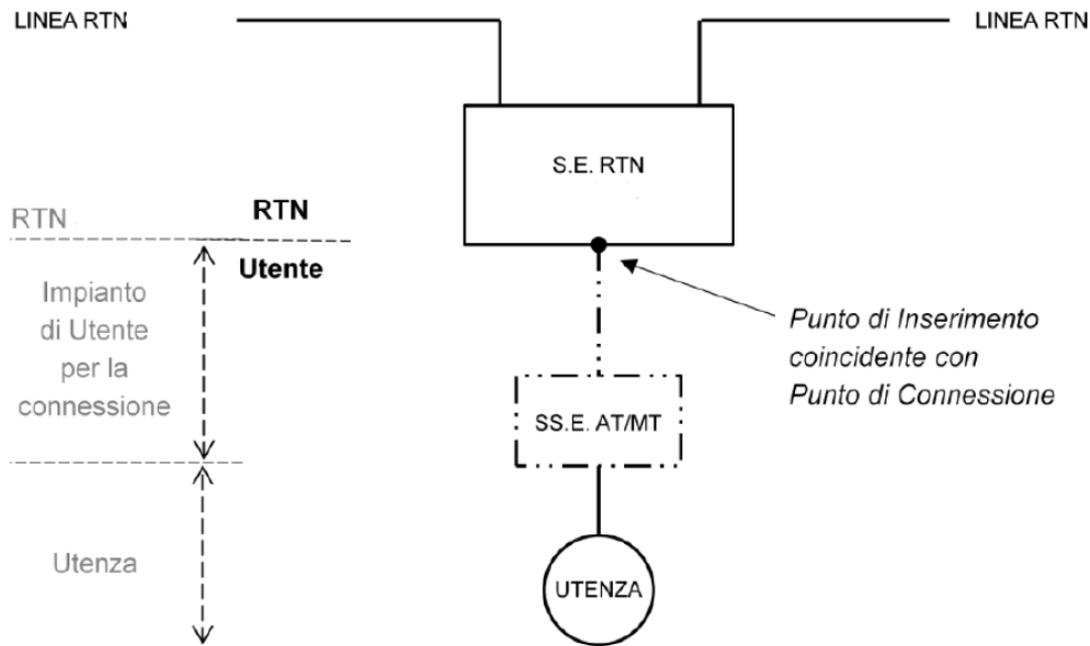


Figura 29 - Schema AT

La *Soluzione Tecnica Minima Generale* prevede che la centrale venga collegata in antenna a 36 kV sulla sezione 36 kV di una nuova Stazione Elettrica (SE) di trasformazione della RTN a 220/150/36 kV, da inserire in entra – esce alla linea RTN 220 kV “Sulcis - Oristano”.

La realizzazione della stazione di consegna (SSE Utente) è prevista nel comune di Guspini (SU), come da indicazioni condivise con l'ufficio tecnico di Terna SpA.

2.7.1 Elettrodotto

La sezione dei conduttori da utilizzarsi è calcolata cautelativamente sulla massima potenza di esercizio pari a 49.600 kW. Considerando una tensione nominale di 30kV e un $\cos\phi = 0,9$, si calcola una corrente di impiego di circa 1.060 A.

Si prevede di applicare i seguenti coefficienti correttivi, tenuto conto della presenza di guaina in EPR:

- k_{temp} : 0,96
- $k_{res.}$: 0,95 (tenuto conto di una resistività pari a $1 \text{ k}^* \text{m/W}$)
- k_{posa} : 0,96 (tenuto conto di una posa a profondità pari a 1,2 m)

- Da cui si deriva la portata del cavo $I = I_n \cdot k_{temp} \cdot k_{res} \cdot k_{posa} = 366 \text{ A}$
- Dove I_n è la portata di 418 A indicata in tabella per il cavo da 240 mmq
- Si prevede pertanto di utilizzare n°3 cavi da 240mmq per fase.

Caratteristiche tecniche/Technical characteristics
U max: 36 kV

Formazione Size	Ø indicativo conduttore Approx. conduct. Ø	Spessore medio isolante Average insulation thickness	Ø esterno max Max outer Ø	Peso indicativo cavo Approx. cable weight	Portata di corrente Current rating			
					A			
					in aria In air		interrato* buried*	
n° x mm²	mm	mm	mm	kg/km	a trifoglio trefoil	in piano flat	a trifoglio trefoil	in piano flat
1 X 35	7,0	8,0	33,5	1030,0	144,0	152,0	142,0	149,0
1 x 50	8,1	8,0	34,1	1150,0	174,0	183,0	168,0	177,0
1 x 70	9,7	8,0	36,2	1300,0	218,0	229,0	207,0	218,0
1 x 95	11,4	8,0	38,2	1450,0	266,0	280,0	247,0	260,0
1 x 120	12,9	8,0	40,0	1650,0	309,0	325,0	281,0	296,0
1 x 150	14,3	8,0	41,0	1800,0	352,0	371,0	318,0	335,0
1 x 185	16,0	8,0	43,1	2020,0	406,0	427,0	361,0	380,0
1 x 240	18,3	8,0	45,0	2300,0	483,0	508,0	418,0	440,0
1 x 300	21,0	8,0	47,0	2620,0	547,0	576,0	472,0	497,0
1 x 400	23,6	8,0	51,1	3080,0	640,0	674,0	543,0	572,0
1 x 500	26,5	8,0	53,0	3630,0	740,0	779,0	621,0	654,0
1 x 630	30,1	8,0	60,2	4250,0	862,0	907,0	706,0	743,0

*Resistività termica del terreno 100°C cm/W
* Ground thermal resistivity 100°C cm/W

Figura 30- Caratteristiche tecniche elettrodotti di consegna alla SE

2.7.3- Descrizione del percorso e degli attraversamenti

Il cavidotto MT che porta alla sottostazione utente MT/AT ha origine dal margine Sud-Ovest della centrale in corrispondenza delle rispettive cabine di raccolta, innestandosi o sulla SP n. 69.

Il percorso è descritto di seguito:

- percorrono il terreno lungo la Strada interpodereale sul margine Ovest dell'impianto per ca 1.400 metri fino all'incrocio con la SP 69, nei pressi dell'area industriale;
- Prosegue sulla SP 69 per 3.600 metri fino all'incrocio con la SP 126;
- Percorre verso Sud-Ovest la SS 126 per 4.170 metri, fino all'incrocio con la strada comunale ...;
- percorrono la strada comunale per 860 m fino alla sottostazione.



Figura 31 – percorso fino alla sottostazione



Figura 32 - Particolare strada interpodereale



Figura 33 - Particolare strada interpodereale



Figura 34- Particolare strada interpoderale



Figura 35 - Particolare strada interpoderale



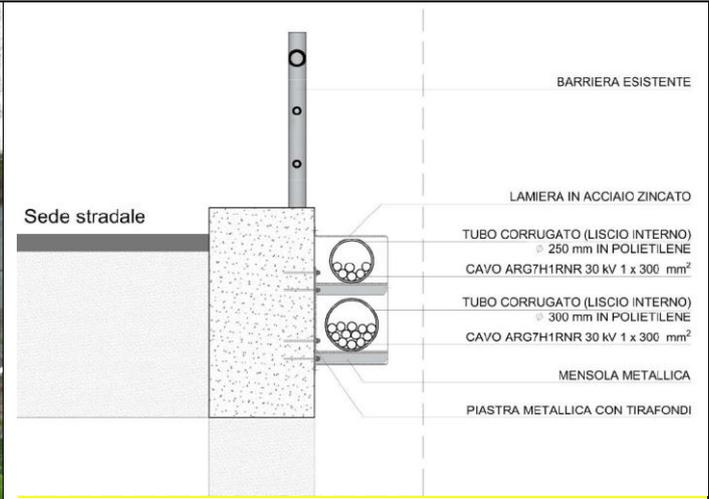
Figura 36 - Particolare strada interpoderale



Figura 37 – Attraversamento piccolo ponticello



Particolare dell'estradosso



Particolare staffaggio su ponte



Figura 38 – ancora strada interpoderale



Figura 39- Tratto finale strada interpoderale



Figura 40 – Secondo ponticello



Figura 41 – Particolare ponte



Figura 42 - Area industriale



Figura 43 – Incrocio con SP 69



Figura 44 - Strada provinciale



Figura 45 - Strada provinciale



Figura 46 – Strada provinciale



Figura 47 – Strada Provinciale



Figura 48 – Strada provinciale



Figura 49 - Strada provinciale



Figura 50 – tratto finale della SP, ponticello



Figura 51 – strada provinciale



Figura 52 – strada provinciale



Figura 53 – incrocio con SS 126



Figura 54 - Innesto su Strada Statale 126



Figura 55- SS 126



Figura 56 - SS 126



Figura 57 - SSP 126



Figura 58 – SS 126



Figura 59 - SS 126



Figura 60 - SS 126



Figura 61 – incrocio con Strada comunale



Figura 62 - Strada comunale



Figura 63 - tratto finale



Figura 64 - arrivo SE a sottostazione utente

2.7.4- Cavidotti interni

I cavi di connessione all'interno del campo fotovoltaico saranno ubicati in cavidotti in polietilene in posa interrata, a doppio strato con esterno corrugato, con resistenza agli agenti chimici idonei alla posa in qualsiasi tipo di terreno ed elevata resistenza allo schiacciamento e agli urti. Inoltre, sia per evitare diminuzioni della portata che per favorire la sfilabilità dei cavi, si è scelto che il diametro interno dei tubi protettivi di forma circolare sia pari almeno a 1,3 volte il diametro dei cerchi circoscritto al fascio di cavi che essi sono destinati a contenere, con un minimo di 10 mm.

Lo scavo nel terreno sarà realizzato in modo tale da permettere la posa dei cavidotti ad una profondità \geq di 600mm dalla superficie di calpestio, sia il fondo dello scavo che il suo riempimento sarà realizzato con materiale di riporto in modo da costituire un supporto continuo e piano al cavidotto.

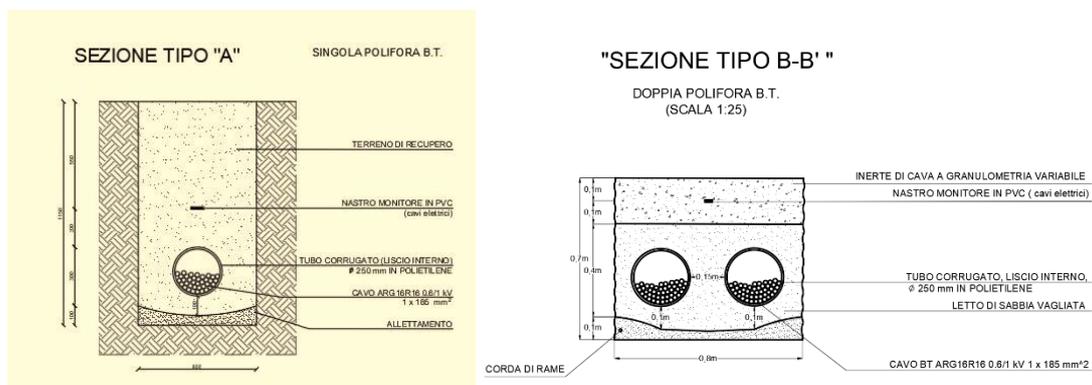


Figura 65- Cavidotti BT interni

Il tracciato della linea in cavo è stato scelto con criterio di minima distanza e tale da rispettare le distanze di rispetto e di sicurezza prescritte dalle normative vigenti, riassunte nei sottoparagrafi seguenti. Il tracciato è stato individuato per essere il più breve possibile, seguendo il percorso delle strade pubbliche comunali, quanto più possibile rettilineo e parallelo al ciglio stradale.

In ogni caso sarà rispettato il raggio di curvatura minimo del conduttore.

Il cablaggio elettrico avverrà per mezzo di cavi con conduttori isolati in rame (o alluminio) con le seguenti prescrizioni:

- tipo FG16 (o ARG16) se in esterno o in cavidotti su percorsi interrati;
- tipo FS17 se all'interno di cavidotti interni a cabine.

Si utilizzano le seguenti sezioni minime dei conduttori:

- 0,75 mmq conduttori di circuiti ausiliari e/o di segnalazione;

- 1,5 mmq per punti luce e prese 10°;
- 2,5 mmq per prese da 16A e utenze FM.

Per i conduttori neutri e di protezione si utilizzano sezioni uguali al conduttore di fase, e solo per sezioni dei conduttori di fase uguale o maggiore di 25 mmq si utilizzano conduttori di neutro e di protezione di sezione metà del conduttore di fase. Per i conduttori di terra si utilizzano sezioni minime di 16mmq se isolati, e posati in tubo.

Per l'alimentazione di utilizzatori di grossa potenza e per una flessibilità di utilizzo e facilità di manutenzione sono impiegati condotti sbarre costruiti in accordo con la Norma CEI 17-13/2.

2.7.5 Sicurezza elettrica

Misure di protezione contro i contatti diretti

La protezione contro i contatti diretti è effettuata tramite barriere od involucri chiusi sui conduttori e comunque su tutte le parti attive, onde evitare il contatto accidentale con parti in tensione.

Misure di protezione contro i contatti indiretti

La protezione contro i contatti indiretti è realizzata mediante interruzione automatica dell'alimentazione. Tutte le masse protette contro i contatti indiretti dallo stesso dispositivo di protezione saranno collegate allo stesso impianto di terra.

Viene essere soddisfatta la seguente condizione:

$$R_A \times I_a \leq 50$$

dove:

- R_A è la somma delle resistenze del dispersore e dei conduttori di protezione delle masse, in ohm;
- I_a è la corrente che provoca l'intervento automatico del dispositivo di protezione, in ampere.

Quando il dispositivo di protezione è un dispositivo di protezione a corrente differenziale, I_a è la corrente nominale differenziale I_{dn} .

Per ragioni di selettività, si utilizzeranno dispositivi di protezione a corrente differenziale del tipo S (selettivi) in serie con dispositivi di protezione a corrente differenziale di tipo generale (istantanei). Per ottenere selettività con i dispositivi di protezione differenziale nei circuiti di distribuzione è ammesso un tempo di interruzione non superiore a 1 s.

Impianto di terra

L'impianto di terra soddisferà le seguenti prescrizioni:

- avere sufficiente resistenza meccanica e resistenza alla corrosione;
- essere in grado di sopportare le più elevate correnti di guasto;
- evitare danni a componenti elettrici o a beni;
- garantire la sicurezza delle persone contro le tensioni che si manifestano sugli impianti di terra per effetto delle correnti di guasto a terra.

Dal collettore di terra principale all'interno dei quadri generali e delle singole cabine si distribuiranno i conduttori di protezione ed equipotenziali.

Intorno alle cabine sarà realizzato a ca 50 mc di profondità un dispersore in rame opportunamente dimensionato. Saranno realizzati in accordo con le norme vigenti.

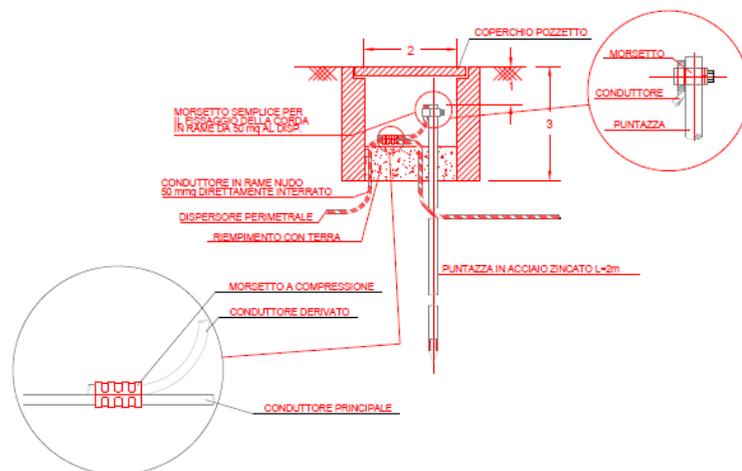
- ❖ dispersore a croce in acciaio dolce zincato a caldo (mm. 50x50x5 lunghezza 1,5 m) infissi nel terreno entro

apposito pozzetto ispezionabile ove previsto (come da planimetria) con le parti alte a non meno di 0,5 m sotto il piano di calpestio,

- ❖ corda nuda a tondino in rame da 50 mm² direttamente interrata nel terreno, ove possibile, nello stesso scavo eseguito per la posa delle condutture elettriche, alla profondità di posa dovrà essere di almeno 0,6 m dalla superficie calpestabile; inoltre, essa dovrà essere ricoperta con terra, argilla, humus, limo, bentonite e non con ghiaia o ciottolo o materiale di "risultato" del cantiere.

Le sezioni dei conduttori di protezione saranno pari alle sezioni dei conduttori di fase; per sezioni superiori a 16 mm² la sezione è pari alla metà del conduttore di fase con un minimo di 16 mm² e comunque in grado di soddisfare le condizioni stabilite dalle norme CEI 64.8.

DETTAGLIO DI MONTAGGIO POZZETTO CON DISPERSORE



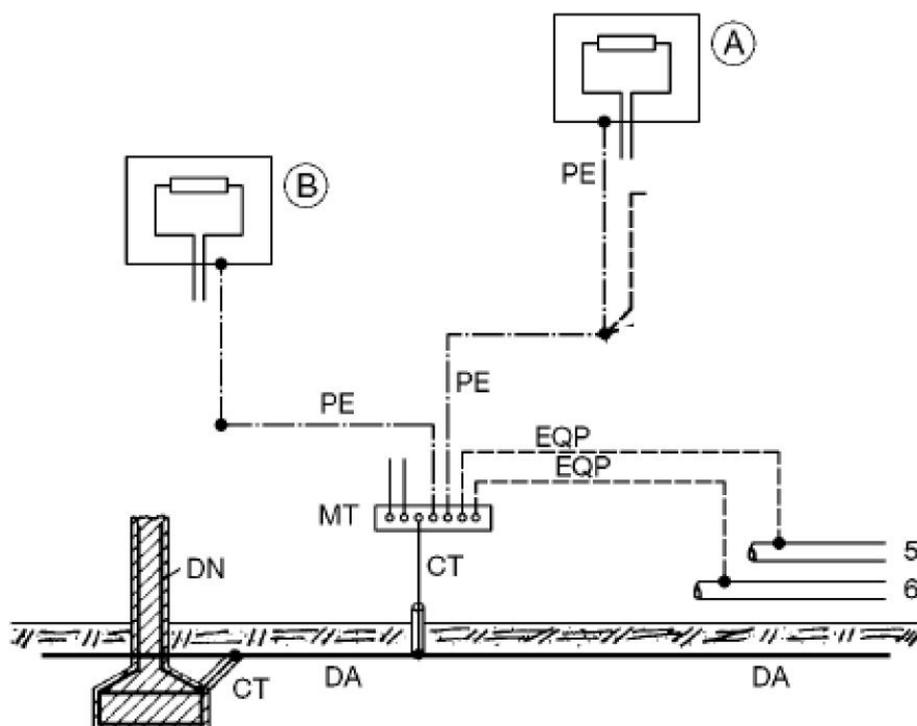


Figura 66 - Esempio di impianto di terra

DA = Dispersore (intenzionale)

DN = Dispersore (di fatto)

CT = Conduttore di terra (tratto di conduttore non in contatto con il terreno)

MT = Collettore (o nodo) principale di terra

PE = Conduttore di protezione

A, B = Masse

2, 3, 4, 5, 6 = Masse estranee

Protezione delle condutture

Tutte le linee risultano protette dagli effetti dei cortocircuiti o sovraccarichi con idoneo interruttore magnetotermico.

Nella verifica delle protezioni si tiene conto delle sezioni minime componenti la linea, se queste non dispongono di autonomo organo di protezione.

2.7.6 – Analisi dei preventivi di connessione alla RTN

Per considerare correttamente la connessione occorre tenere presente quanto segue:

- 1- Come risulta dal sito Terna¹ la provincia di Sud Sardegna è una “*regione critica AT*” con riferimento alla connessione alla rete di trasmissione. Ed è critica la Linea in oggetto.

¹ - <https://www.terna.it/it/sistema-elettrico/rete/connessione-rete/aree-linee-critiche>

- 2- Ai sensi del Codice di rete² Terna deve connettere gli impianti a condizioni “*trasparenti e non discriminatorie*”. La sezione 1 A detta le condizioni della connessione alla RTN tenendo conto di soluzioni che “non degradino le prestazioni e l’affidabilità della RTN”, non compromettano “la sicurezza del Sistema elettrico nazionale”, non rechino danno agli altri utenti connessi alla RTN. L’utente ha obbligo di “rispettare eventuali limitazioni di esercizio dovute a vincoli di rete” (cfr. 1 A.3.2);
- 3- Gli interventi indicati in STMG sono necessari al fine del soddisfacimento della richiesta di connessione (cfr. 1 A. 5.2.1, p.,18), ma, precisazione importante, al fine di soddisfare la presente condizione: “Il Gestore elabora la STMG tenendo conto delle esigenze di sviluppo razionale delle reti elettriche, delle esigenze di salvaguardia della continuità del servizio e, nel contempo, *in modo tale da non prevedere limitazioni permanenti della potenza di connessione nelle prevedibili condizioni di funzionamento del SEN*”;
- 4- il gestore ha comunque “facoltà di realizzare soluzioni per la connessione diverse dalle soluzioni tecniche minime per la connessione ferme restando le disposizioni relative alla determinazione delle condizioni economiche per la connessione. In tal caso eventuali costi ulteriori a quelli corrispondenti alla soluzione tecnica minima per la connessione sono a carico del Gestore” (cfr. 1 A.5.2.3);
- 5- in sede di ottenimento della STMD (esecutivo della connessione) il gestore può nuovamente elencare gli interventi sulle reti esistenti necessari al fine del soddisfacimento della richiesta di connessione (cfr 1 A.5.8.4, a) e b);
- 6- in sede di entrata in esercizio il gestore può comunicare “eventuali altri obblighi” affinché la connessione venga attivata (cfr. 1 A.5.10), tra questi la provvisoria limitazione della potenza in immissione;
- 7- Al primo parallelo con la rete e l’attivazione della connessione il soggetto richiedente acquista il diritto ad immettere energia nella RTN nei limiti della potenza di connessione e delle altre regole del codice di rete (cfr. 1 A.5.10.2.3).

In questo caso si applica quanto previsto dalla Delibera ARERA ARG/elt 226/12³ (quella ARG/elt 328/12 si riferisce ad altri casi).

In buona sostanza con detta delibera, qualora l’impianto ricada in area critica (cosa non applicata allo stato, in quanto l’impianto è in area critica ma non su linea critica, come visto), si stabilisce che in

² - <https://www.terna.it/it/sistema-elettrico/codici-rete/codice-rete-italiano>

³ - <https://www.arera.it/it/docs/12/226-12.htm> e <https://www.arera.it/allegati/docs/12/226-12ti.pdf>

prossimità della conclusione del procedimento di autorizzazione la Terna S.p.a. ha facoltà di emettere un nuovo preventivo di connessione che aggiorni le condizioni di connessione e prenotazione di rete alle mutate condizioni della rete.

Si allega, per maggiore comprensione della situazione della rete, uno schema della rete di distribuzione italiana.

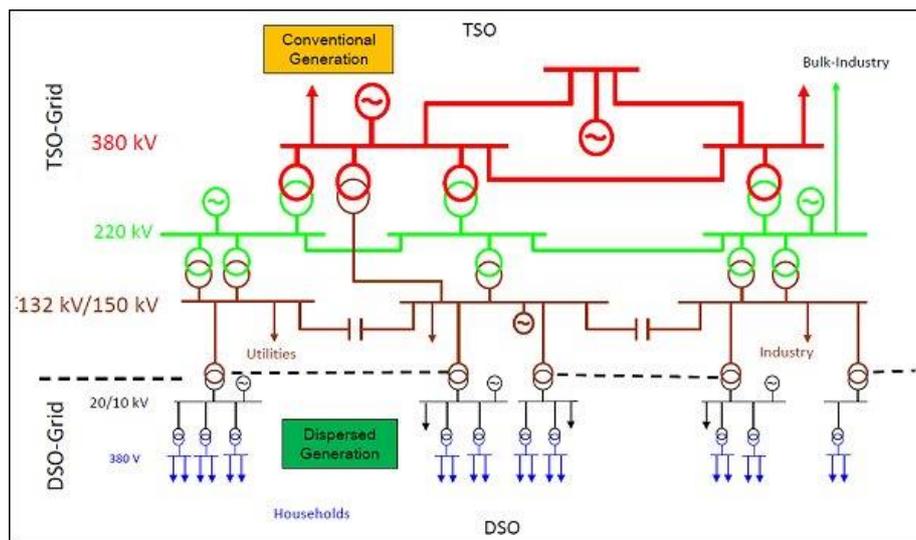


Figura 67- Schema rete di distribuzione, Italia

2.7.6.1 – Descrizione della soluzione di connessione

In data 1 aprile 2022 è stato ricevuto il Preventivo di Connessione, prot. 202102718, da Terna S.p.a. per una potenza di immissione di 52,8 MW, preventivo successivamente accettato.

La soluzione prevede (estratti dalla STMG):

La Soluzione Tecnica Minima Generale per Voi elaborata prevede che la Vs. centrale venga collegata in antenna a 36 kV sulla sezione 36 kV di una nuova Stazione Elettrica (SE) di trasformazione della RTN a 220/150/36 kV, da inserire in entra – esce alla linea RTN 220 kV “Sulcis - Oristano”.

I tempi massimi previsti sono:

i tempi di realizzazione delle opere RTN necessarie alla connessione della Vs. centrale sono pari a 20 mesi per la nuova SE RTN a 220/150/36 kV, 8 mesi + 1 mese/km per i raccordi a 220 kV.

I tempi di realizzazione suddetti decorrono dalla data di stipula del contratto di connessione di cui al Codice di Rete, che potrà avvenire solo a valle dell’ottenimento di tutte le autorizzazioni necessarie, nonché dei titoli di proprietà o equivalenti sui suoli destinati agli impianti di trasmissione.

In base a quanto descritto l’intervento si può schematizzare come segue:

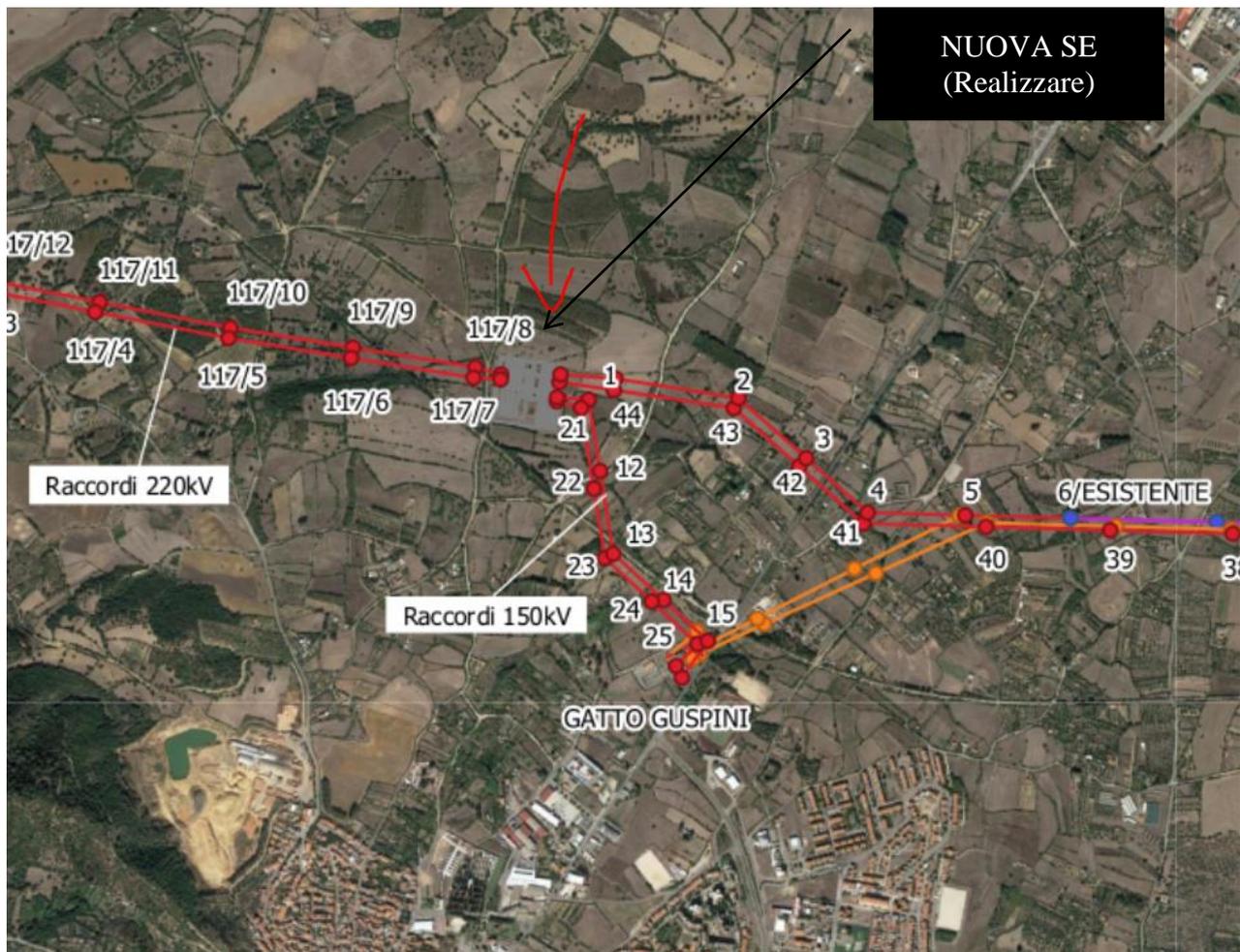


Figura 68-. Schema connessione impianto

Nel Tavolo Tecnico con Terna S.p.a. è stato attribuito dal 2020 a Fri-El Green Energy S.r.l. il ruolo di capofila per la progettazione della nuova SE di smistamento da inserire nella linea RTN.

Nel successivo Tavolo Tecnico del 3 ottobre 2022 è stato attribuito a ICA ACT S.r.l. il ruolo di capofila per la progettazione del satellite a 36 kV.

Il progetto della nuova SE ed opere connesse è stato benestariato da Terna Spa a novembre 2022.

2.7.7 Stazione di trasformazione AT/MT e di consegna finale

La stazione elettrica utente sarà dotata di un trasformatore di potenza con relativi edifici tecnici adibiti al controllo e alla misura dell'energia prodotta ed immessa in rete.

La stazione avrà un'estensione di circa 500 mq e l'ubicazione è prevista su un terreno classificato, urbanisticamente dal vigente strumento urbanistico del Comune di Guspini (SU), come area "Agricola E3/r" al foglio di mappa 330, part.^{lla} 63.

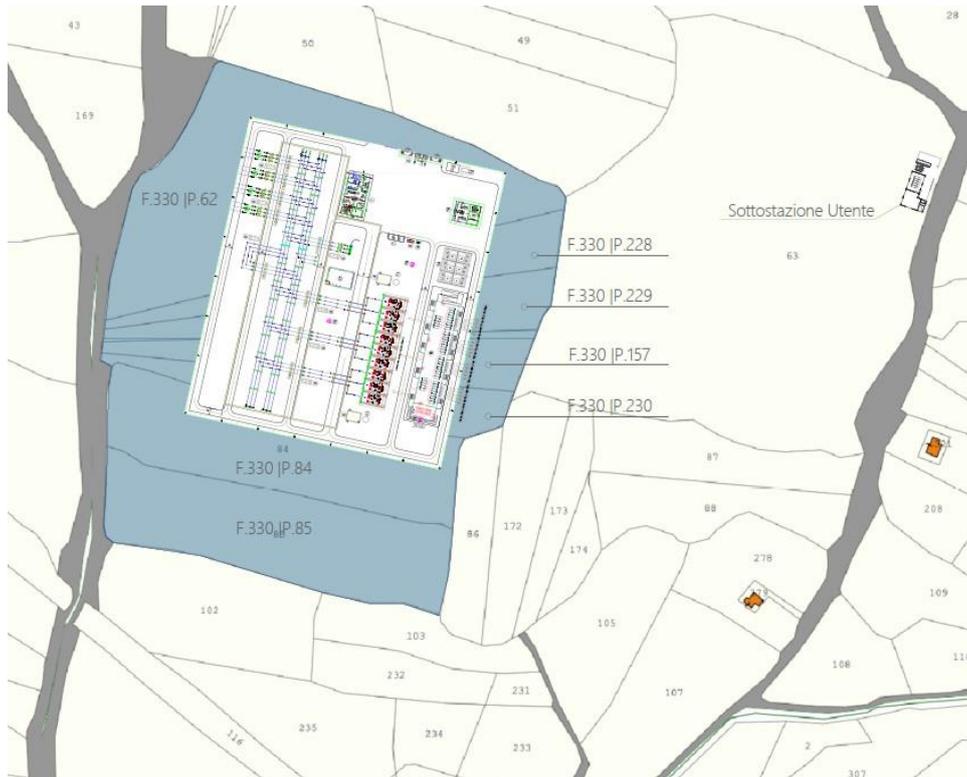


Figura 69 - Identificazione catastale SE

La sezione in alta tensione a 36 kV è composta da un MONTANTE TR e da uno stallo con protezioni e linea di partenza della linea in cavo con apparati di misura e protezione (TV e TA) MONTANTE LINEA. Il sezionatore generale, la protezione di linea, organi di misura gestione e controllo saranno in comunicazione.

La sezione in AT è composta dal quadro AT a 36 kV, che prevede:

- Sistema a sbarre
- TA e TV di protezione
- Trasformatore a olio 36/30 kV
- Montante partenza linea.

La sezione MT è composta da un quadro a 30 kV che prevede:

- Sistema a sbarre
- Montanti arrivo linea da impianto fotovoltaico
- Montante partenza trasformatore
- Montante alimentazione ausiliari
- Montante banco rifasamento

Si rinvia alla Relazione Tecnica Generale ed alla “*Relazione tecnica generale AT*” per i maggiori dettagli.

2.8 *Producibilità*

L'energia generata dipende:

- dal sito di installazione (latitudine, radiazione solare disponibile, temperatura, riflettanza della superficie antistante i moduli);
- dall'esposizione dei moduli: angolo di inclinazione (Tilt) e angolo di orientazione (Azimut);
- da eventuali ombreggiamenti o insudiciamenti del generatore fotovoltaico;
- dalle caratteristiche dei moduli: potenza nominale, coefficiente di temperatura, perdite per disaccoppiamento o mismatch;
- dalle caratteristiche del BOS (Balance Of System).

Il valore del BOS può essere stimato direttamente oppure come complemento all'unità del totale delle perdite, calcolate mediante la seguente formula:

$$\text{Totale perdite [\%]} = [1 - (1 - a - b) \times (1 - c - d) \times (1 - e) \times (1 - f)] + g$$

per i seguenti valori:

- a Perdite per riflessione.
- b Perdite per ombreggiamento.
- c Perdite per mismatching.
- d Perdite per effetto della temperatura.
- e Perdite nei circuiti in continua.
- f Perdite negli inverter.
- g Perdite nei circuiti in alternata.

La disponibilità della fonte solare per il sito di installazione è verificata utilizzando i dati “UNI 10349:2016” relativi a valori giornalieri medi mensili della irradiazione solare sul piano orizzontale. Gli effetti di schermatura da parte di volumi all'orizzonte, dovuti ad elementi naturali (rilievi, alberi) o artificiali (edifici), determinano la riduzione degli apporti solari e il tempo di ritorno dell'investimento.

Il Coefficiente di Ombreggiamento, funzione della morfologia del luogo, è pari a **1.00**.

Per tener conto del plus di radiazione dovuta alla riflettanza delle superfici della zona in cui è inserito l'impianto, si sono stimati i valori medi mensili di albedo, considerando anche i valori presenti nella norma UNI/TR 11328-1:

Valori di albedo medio mensile

Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20

L'albedo medio annuo è pari a **0.20**

E' estremamente importante ottimizzare il layout degli inseguitori in modo tale da minimizzare le perdite dovute a reciproco ombreggiamento soprattutto nelle ore in cui il sole risulta basso sull'orizzonte. Il problema della perdita per ombreggiamento reciproco parziale è particolarmente importante perché numerose stringhe possono perdere contemporaneamente di producibilità. Per ovviare a questo problema molti produttori hanno adottato una strategia di ottimizzazione definita backtracking. Non appena i tracker cominciano a proiettare ombra sulle file adiacenti, l'angolo d'inseguimento non seguirà più il percorso solare permettendo di minimizzare le perdite.

Per una data posizione del sole, l'orientamento del tracker deve essere determinato utilizzando il passo e la larghezza dei tracker.

Per la simulazione di producibilità è stato utilizzato il software di calcolo "PVSyst V.7.2.16.

Per semplicità si riporta la simulazione di un singolo campo composto da 24 stringhe da 24 moduli in serie inverter SG 350 con potenza $P_{ac} = 320$ kW, sistema ad inseguimento monoassiale N/S del tipo double portrait con pitch 11,0 m. Il Software analizza dinamicamente la producibilità in base alle differenti inclinazioni dei tracker ma non tiene conto della crescita delle piante nei diversi periodi dell'anno. E' stata quindi eseguita una duplice simulazione impostando l'altezza delle siepi ulivicole prima a 2,2m e poi a 2,5 m per poi normalizzare il dato finale (riportato in tabella 4).

Tecnologia modulo	BDV
Struttura inseguitore	2P
Pitch (m)	11,0
Altezza uliveto (m)	2,5/2,2
Producibilità media (kWh/kWp/y) con uliveto	1.766,3
Producibilità (kWh/kWpY) senza uliveto	1.811,0
Distanza da Benchmark (%)	-2,47

Tenute in conto le specifiche perdite dovute allo sporramento, decadimento annuo producibilità moduli, perdita LID, perdita per mismatching e temperatura si stima una producibilità specifica di **1.766 kWh/kWp/a.**

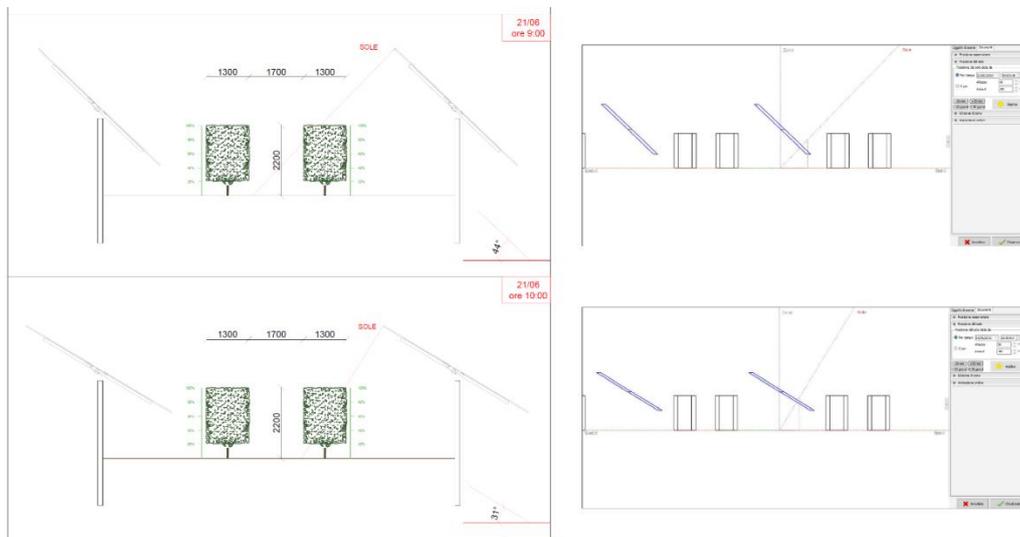
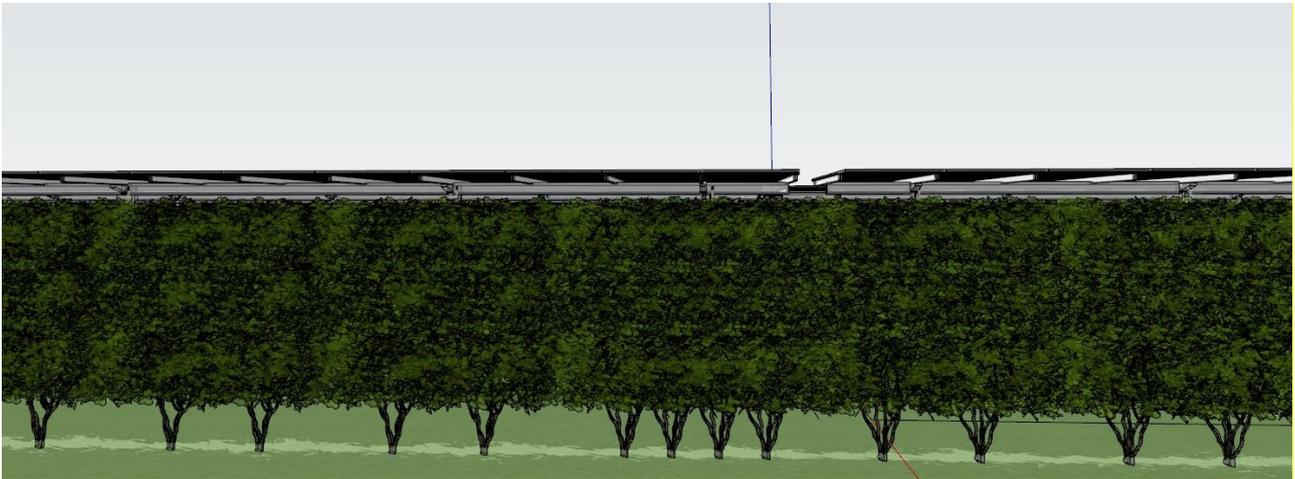


Figura 70 - Schema ombreggiamento con impianto ulivicolo

Lo studio degli ombreggiamenti nel caso di struttura ad inseguimento monoassiale è stato effettuato considerando l'assetto agrofotovoltaico come in figura, tenendo conto di un'altezza media della siepe ulivicola variabile tra 2,2 m. e 2,5 m.

Si sottolinea che in fase di progettazione esecutiva andrà effettuato uno studio degli ombreggiamenti più dettagliato anche in relazione al posizionamento finale delle mitigazioni e dei filari degli uliveti. Di seguito si riportano le tabelle di sintesi in merito alla stima di producibilità.



PVsyst V7.2.16
 VC1, Simulation date:
 22/07/22 13:48
 with v7.2.16

Project: Pabillonis_Pacifico
Variant: Pitch 11,0_2P_agr2200_BDV
 Aedes Group Engineering (Italy)

Project summary			
Geographical Site	Situation	Project settings	
Pabillonis	Latitude	39.61 °N	Albedo
Italia	Longitude	8.69 °E	0.20
	Altitude	32 m	
	Time zone	UTC+1	
Meteo data			
Pabillonis			
Meteonorm 8.0 (1991-2013), Sat=100% - Sintetico			

System summary			
Grid-Connected System	Trackers single array, with backtracking		
Simulation for year no 10			
PV Field Orientation	Tracking algorithm	Near Shadings	
Orientation	Astronomic calculation	Linear shadings	
Tracking plane, horizontal N-S axis	Backtracking activated		
Axis azimuth	0 °		
System information			
PV Array	Inverters		
Nb. of modules	576 units	Nb. of units	1 unit
Pnom total	351 kWp	Pnom total	320 kWac
		Pnom ratio	1.098
User's needs			
Unlimited load (grid)			

Results summary					
Produced Energy	627.3 MWh/year	Specific production	1785 kWh/kWp/year	Perf. Ratio PR	86.17 %

Table of contents	
Project and results summary	2
General parameters, PV Array Characteristics, System losses	3
Near shading definition - Iso-shadings diagram	5
Main results	6
Loss diagram	7
Special graphs	8

Figura 71 - Simulazione producibilità, sommario



PVsyst V7.2.16
 VC1, Simulation date:
 22/07/22 13:48
 with v7.2.16

Project: Pabillonis_Pacifico
 Variant: Pitch 11,0_2P_ agr2200_BDV

Aedes Group Engineering (Italy)

General parameters

Grid-Connected System		Trackers single array, with backtracking	
PV Field Orientation		Tracking algorithm	Backtracking array
Orientation		Astronomic calculation	Nb. of trackers 12 units
Tracking plane, horizontal N-S axis		Backtracking activated	Single array
Axis azimuth 0 °			Sizes
			Tracker Spacing 11.0 m
			Collector width 5.33 m
			Ground Cov. Ratio (GCR) 48.5 %
			Phi min / max. +/- 55.0 °
			Backtracking strategy
			Phi limits +/- 60.9 °
			Backtracking pitch 11.0 m
			Backtracking width 5.33 m
Models used		Near Shadings	User's needs
Transposition Perez		Linear shadings	Unlimited load (grid)
Diffuse Perez, Meteonorm			
Circumsolar separate			
Horizon			
Free Horizon			
Bifacial system			
Model	2D Calculation unlimited trackers		
Bifacial model geometry		Bifacial model definitions	
Tracker Spacing	11.00 m	Ground albedo	0.30
Tracker width	5.33 m	Bifaciality factor	80 %
GCR	48.5 %	Rear shading factor	5.0 %
Axis height above ground	2.10 m	Rear mismatch loss	10.0 %
		Shed transparent fraction	0.0 %

PV Array Characteristics

PV module		Inverter	
Manufacturer	Jinkosolar	Manufacturer	Sungrow
Model	JKM610N-78HL4-BDV	Model	SG350HX-20A-Preliminary
(Custom parameters definition)		(Custom parameters definition)	
Unit Nom. Power	610 Wp	Unit Nom. Power	320 kWac
Number of PV modules	576 units	Number of inverters	1 unit
Nominal (STC)	351 kWp	Total power	320 kWac
Modules	24 Strings x 24 In series	Operating voltage	500-1500 V
At operating cond. (50°C)		Max. power (=>30°C)	352 kWac
Pmpp	325 kWp	Pnom ratio (DC:AC)	1.10
U mpp	1003 V		
I mpp	324 A		
Total PV power		Total inverter power	
Nominal (STC)	351 kWp	Total power	320 kWac
Total	576 modules	Number of inverters	1 unit
Module area	1610 m ²	Pnom ratio	1.10
Cell area	1484 m ²		

Figura 72 - simulazione producibilità, dati



PVsyst V7.2.16
VC1, Simulation date:
22/07/22 13:48
with v7.2.16

Project: Pabillonis_Pacifico
Variant: Pitch 11,0_2P_agr2200_BDV

Aedes Group Engineering (Italy)

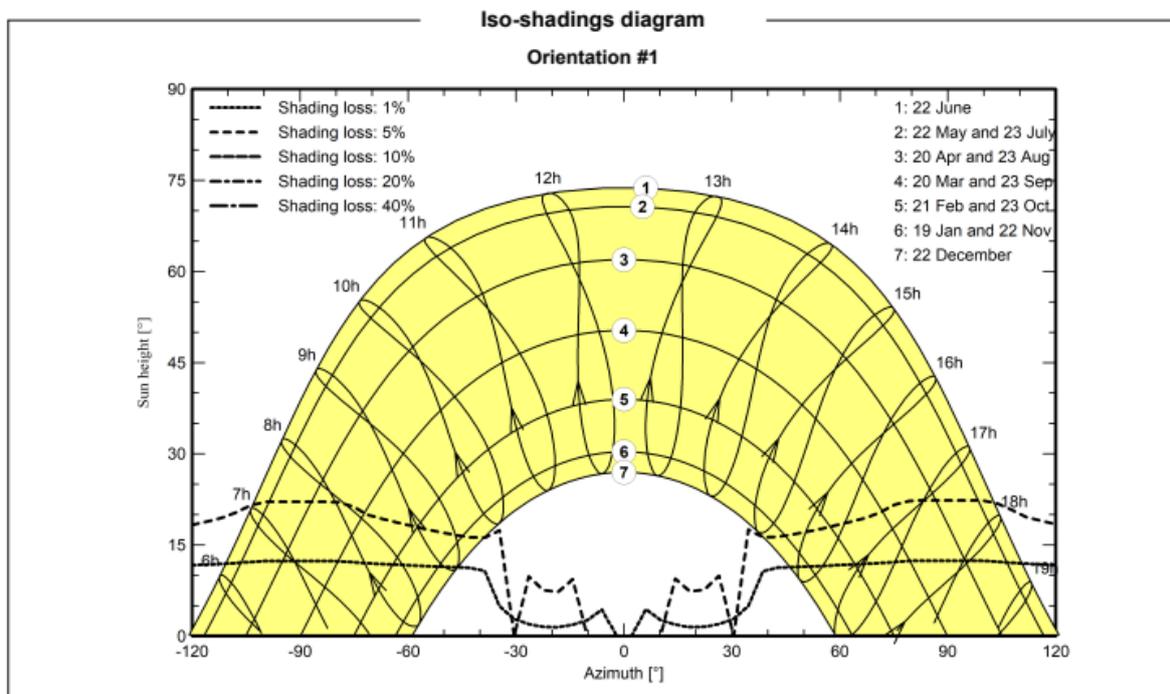
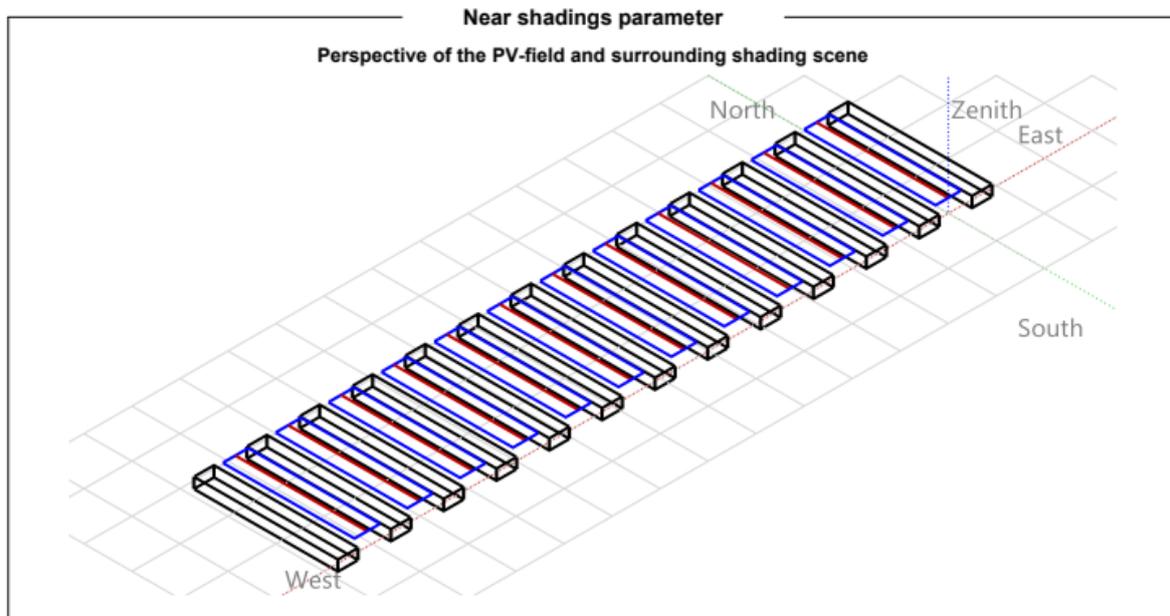


Figura 73- Simulazione producibilità, modello



Project: Pabillonis_Pacifico
 Variant: Pitch 11,0_2P_agr2200_BDV

PVsyst V7.2.16
 VC1, Simulation date:
 22/07/22 13:48
 with v7.2.16

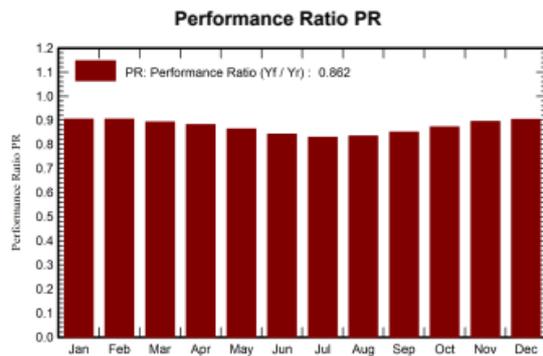
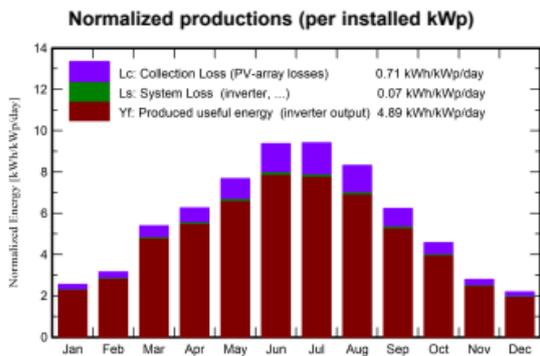
Aedes Group Engineering (Italy)

Main results

System Production

Produced Energy 627.3 MWh/year

Specific production 1785 kWh/kWp/year
 Performance Ratio PR 86.17 %



Balances and main results

	GlobHor kWh/m ²	DiffHor kWh/m ²	T_Amb °C	GlobInc kWh/m ²	GlobEff kWh/m ²	EArray MWh	E_Grid MWh	PR ratio
January	61.0	25.55	9.62	79.2	75.2	25.56	25.18	0.905
February	71.7	37.26	9.83	88.3	83.6	28.51	28.08	0.905
March	133.1	59.55	12.37	167.3	159.2	53.18	52.45	0.893
April	153.2	77.13	14.96	187.7	178.4	59.01	58.16	0.882
May	191.9	86.95	19.10	238.0	226.9	73.27	72.20	0.863
June	220.8	77.34	23.64	281.1	268.9	84.48	83.17	0.842
July	226.9	69.71	26.97	291.6	279.1	86.32	84.96	0.829
August	200.1	72.23	26.82	258.0	246.2	76.85	75.71	0.835
September	145.4	55.83	22.54	187.2	178.2	56.84	55.98	0.851
October	110.8	47.44	19.49	141.7	134.7	44.09	43.46	0.873
November	66.9	32.71	14.28	83.8	79.4	26.77	26.37	0.895
December	53.4	25.58	10.93	67.9	64.3	21.90	21.56	0.904
Year	1635.2	667.28	17.60	2071.8	1974.2	636.77	627.28	0.862

Legends

- GlobHor Global horizontal irradiation
- DiffHor Horizontal diffuse irradiation
- T_Amb Ambient Temperature
- GlobInc Global incident in coll. plane
- GlobEff Effective Global, corr. for IAM and shadings
- EArray Effective energy at the output of the array
- E_Grid Energy injected into grid
- PR Performance Ratio

Figura 74 - Simulazione producibilità, diagrammi



PVsyst V7.2.16
 VC1, Simulation date:
 22/07/22 13:48
 with v7.2.16

Project: Pabillonis_Pacifico
 Variant: Pitch 11,0_2P_agr2200_BDV

Aedes Group Engineering (Italy)

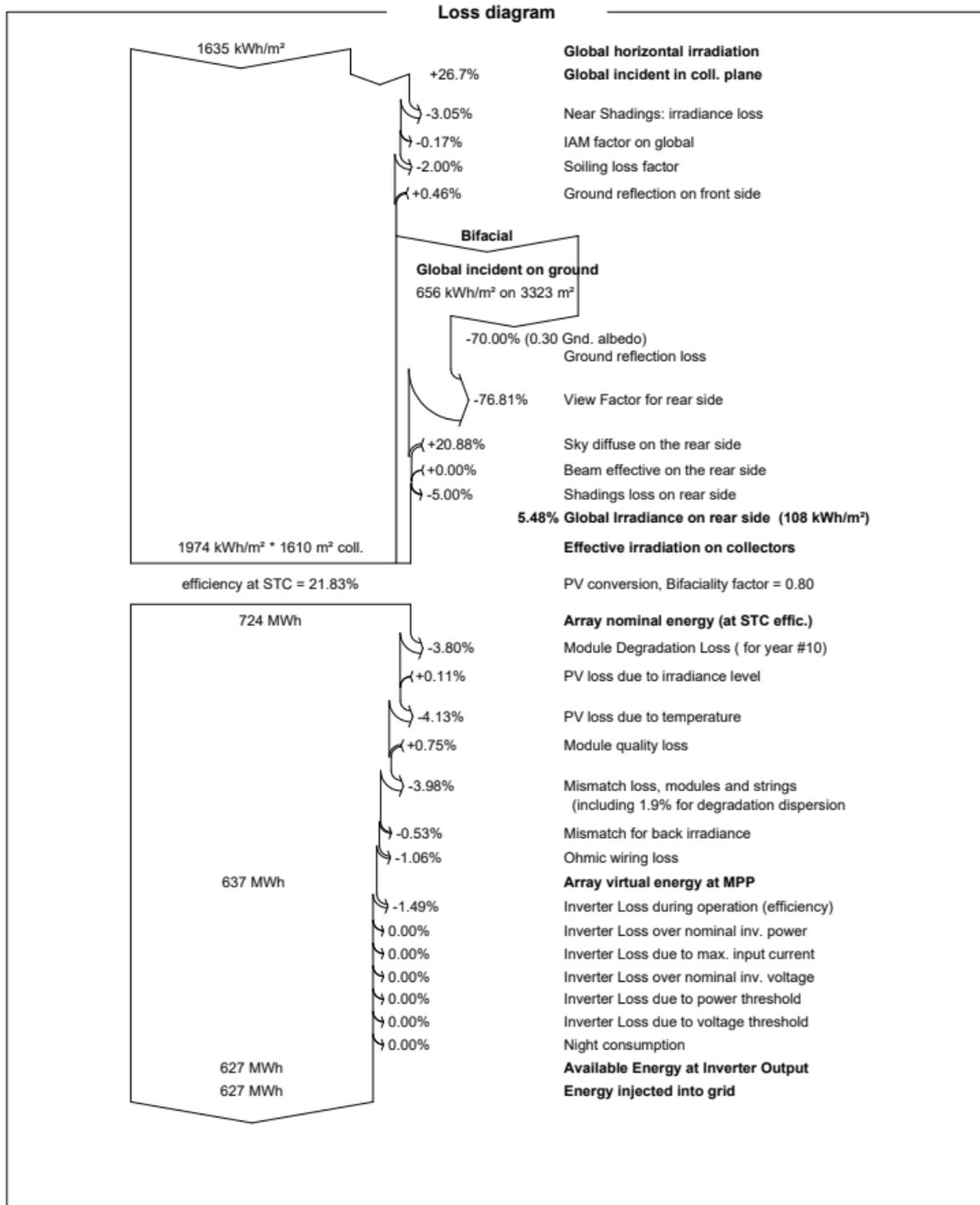


Figura 75 - Simulazione producibilità, perdite



PVsyst V7.2.16
VC1, Simulation date:
22/07/22 13:48
with v7.2.16

Project: Pabillonis_Pacifico
Variant: Pitch 11,0_2P_agr2200_BDV

Aedes Group Engineering (Italy)

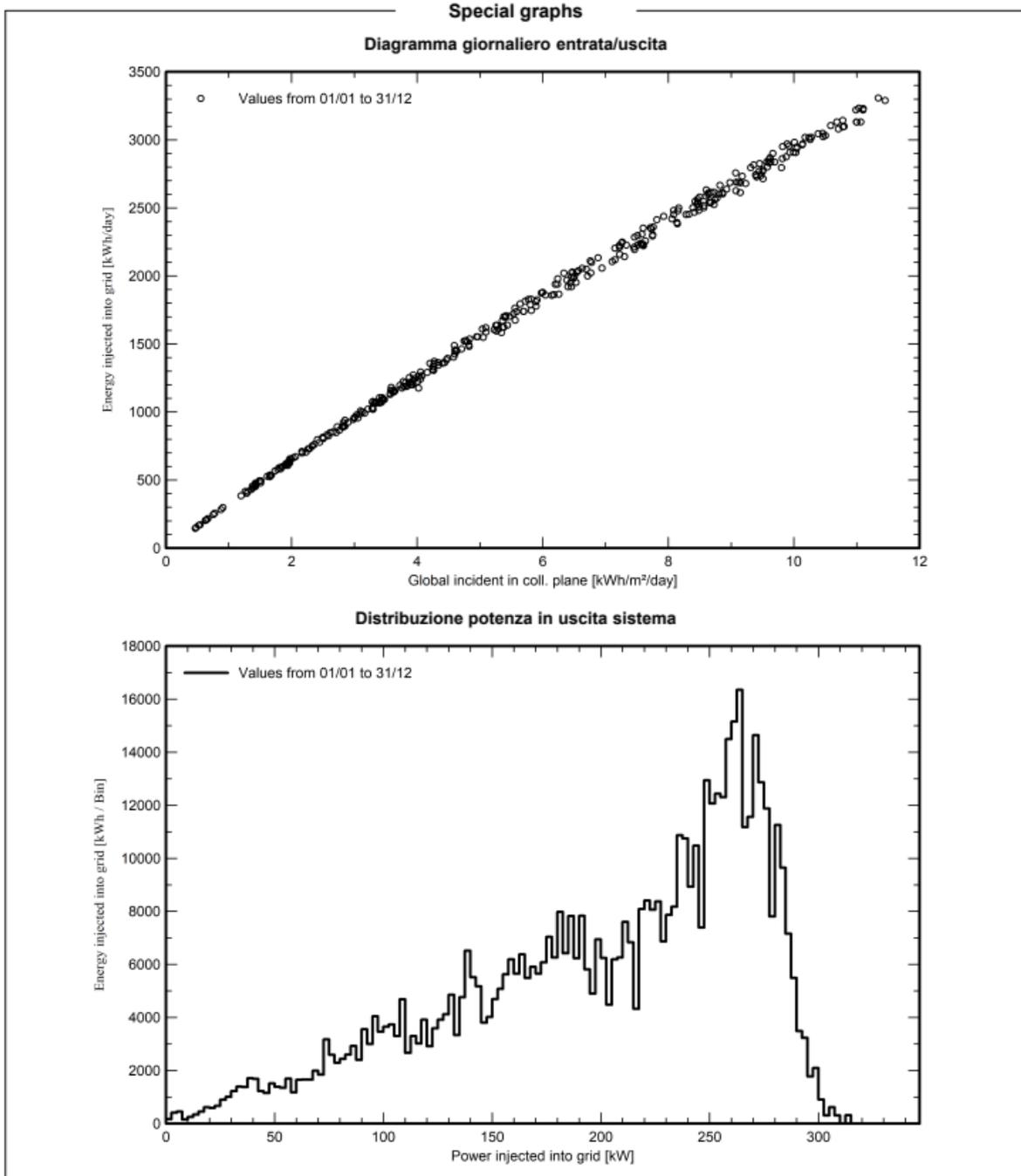


Figura 76 - Simulazione producibilità, output

2.9 Politiche gestionali

2.9.1 Misure di sicurezza dei lavoratori

Il progetto rispetterà tutte le norme di sicurezza dei lavoratori e si doterà di certificazione di sicurezza. Ogni area in tensione sarà dotata di opportuna segnaletica delle situazioni di pericolo.

Al fine di evitare rischi nell'installazione e nella manutenzione dell'impianto fotovoltaico dovranno essere rispettate le seguenti prescrizioni:

- a) Installare e manipolare l'attrezzatura soltanto da personale qualificato;
- b) Non installare il modulo in un punto se non debitamente fissato. Un'eventuale caduta potrebbe rompere il vetro;
- c) Utilizzare il modulo soltanto per l'uso cui è destinato. Non smontare il modulo né rimuovere qualsivoglia parte, etichetta o pezzo installato dal produttore;
- d) Non concentrare la luce solare o altre fonti di luce artificiale sul modulo;
- e) Un modulo fotovoltaico genera elettricità quando è esposto alla luce solare o ad altre fonti di luce. Coprirne completamente la superficie con un materiale opaco durante le operazioni d'installazione, smontaggio e manipolazione;
- f) Utilizzare strumenti appositamente rivestiti con materiale isolante quando si opera sul modulo;
- g) Lavorare sempre a condizioni non umide, sia per quanto riguarda il modulo che gli strumenti;
- h) Non installare il modulo laddove vi siano gas o vapori infiammabili;
- i) Evitare scariche elettriche nelle operazioni di installazione, cablaggio, messa in funzione o manutenzione dei moduli;
- j) Non toccare i morsetti mentre il modulo è esposto alla luce dei sole; Il monitoraggio dell'isolamento dell'impianto fotovoltaico lato CC è realizzato mediante apposita apparecchiatura, facente parte degli inverter di conversione, a due soglie d'intervento:
 - ❖ Al superamento della prima soglia di allarme dell'isolamento verrà segnalato mediante invio automatico di sms/email a persona incaricata dal committente.
 - ❖ Superata la seconda soglia di allarme dovrà essere attivata una segnalazione acustica prevista nel quadro allarmi ed una esterna in posizione da definire con il committente. All'attivazione della segnalazione di allarme dovuta ad una diminuzione di isolamento, dovrà essere proibito l'accesso del personale al campo fotovoltaico. Si ricorda che eventuali operazioni di controllo, manutenzione e riparazione nell'impianto fotovoltaico dovranno essere eseguite durante le ore prive di irraggiamento solare (ore notturne) o in altro modo mediante coperture dei pannelli solari con appositi teli.

- k) Tutti i quadri di bassa tensione dovranno essere provvisti di cartello di sicurezza che avvisa del pericolo della doppia alimentazione del circuito elettrico di un impianto fotovoltaico collegato alla rete del distributore,
- l) Tutte le operazioni agricole avverranno in appositi settori predefiniti nei quali i pannelli saranno bloccati in posizioni conformi all'operazione a farsi e saranno monitorate da remoto con sistemi di controllo 4.0.

2.10 *Alternative*

2.10.1 Alternative di localizzazione

La scelta localizzativa di un impianto fotovoltaico di grande areale su terreno agricolo di pieno mercato e senza accesso a schemi di incentivazione è un processo complesso che comporta normalmente la valutazione di molteplici siti prima di selezionarne uno idoneo allo sviluppo del progetto e relativo processo di autorizzazione.

Non è raro eliminare dieci siti per ognuno giudicato idoneo. Il processo ha dimensioni di natura amministrativa, imprenditoriale e normativa. Si tratta in linea generale di procedere come segue:

- 1- Valutazione della regione sotto il profilo delle normative paesaggistiche (Piano paesistico) e relativi indirizzi tecnici, del clima amministrativo generale, della qualità della rete di connessione, del grado medio di insolazione;
- 2- Scelta di un areale di scala vasta nel quale indirizzare la ricerca in funzione del cumulo di progetti, delle condizioni amministrative, delle esperienze pregresse, della qualità e magliatura della rete elettrica, delle condizioni paesaggistiche e naturalistiche;
- 3- Ricerca di nodi di rete idonei ad accogliere nuovi progetti, a distanza compatibile con la potenza da richiedere (ca 0,5 km/MW in prima istanza);
- 4- Verifica paesaggistica preliminare;
- 5- Ricerca di terreni idonei, esenti da vincoli e connettabili alla rete elettrica nazionale, non sensibili sotto il profilo paesaggistico e naturalistico;
- 6- In caso di successo nella verifica preliminare con i proprietari, definizione di un preprogetto e di condizioni di fattibilità preliminari (individuazione dell'area da impegnare e della area utile libera dall'inviluppo dei vincoli e al netto della mitigazione);
- 7- Valutazione comparata dei siti individuati e in prima battuta idonei;
- 8- Scelta del sito sul quale sviluppare la progettazione.

2.10.2 Alternative di taglia e potenza

Individuato il sito di Pabillonis come il più idoneo tra quelli valutati in quanto concretamente disponibili, si è proceduto a impostare la potenza da richiedere per il preventivo di connessione. In questa fase sono state compiute scelte di ottimizzazione tecnico/paesaggistiche tra i lotti individuati e disponibili.

È stata scelta in questa fase la soluzione “agrovoltaica” e, per la grande dimensione del sito, la sua compattezza e orografia, è stata avviata una concertazione tecnico-imprenditoriale con la proprietà di Oxy Capital che aveva sviluppato per suo conto il progetto “Turbolivo” (uliveti superintensivi per produrre olio di filiera tracciata italiana).

Inoltre, si è deciso di prevedere una fascia di mitigazione, successivamente meglio precisata nelle fasi di progettazione seguenti, di 15 metri medi, ricavando in tal modo la poligonale di progetto. Nella fascia tra i due boschi, lato Est, è stata ipotizzata una fascia di continuità ecologica dello spessore di 50 metri.

Verificata con numerosi sopralluoghi l’effettiva schermabilità delle piastre individuate e prescelte si è scelto infine di proporre alla Terna S.p.a. la potenza qui presentata.

2.10.3 Alternative tecnologiche

La principale alternativa valutata è relativa all’impiego di strutture fisse o ad inseguimento. Dopo attenta valutazione tale alternativa è stata ridotta ai due casi sottoesposti.

Occorre considerare che la producibilità di un impianto fotovoltaico (kwh/anno), dipende da numerosi fattori legati alla scelta del sito (latitudine, ombreggiamenti, etc), alle scelte progettuali (tipologia di pannelli, tipologia di inverter, disposizione dei pannelli, etc), alle perdite dei materiali impiegati (cavi, inverter, trasformatori, etc.).

Possiamo sintetizzare alcuni parametri essenziali che incidono sulla producibilità del sito:

- ❖ Irradiazione solare annua
- ❖ Irradiazione globale effettiva
- ❖ energia prodotta dai pannelli fotovoltaici
- ❖ perdite nell’impianto
- ❖ energia immessa in rete.

Dal punto di vista energetico, il principio progettuale normalmente utilizzato per un impianto fotovoltaico è quello di massimizzare la captazione della radiazione solare annua disponibile.

A questo scopo assume grande importanza il posizionamento dei moduli nei sostegni.

In relazione alle tipologie di sostegni utilizzati distinguiamo due tipologie di impianti:

- ❖ impianti fissi
- ❖ impianti ad inseguitore solare

Prendendo come riferimento l'irradiazione solare annua (norme UNI 8477), il calcolo dell'irradiazione globale effettiva è stato effettuato utilizzando il modello matematico messo a disposizione dalla Commissione Europea realizzato dal JRC di Ispra nelle due ipotesi (impianto fisso, impianto ad inseguitore monoassiale).

In entrambe le ipotesi le perdite complessive dell'impianto sono state considerate pari al 22 % dell'energia captata dai moduli.

Calcolo della producibilità dell'impianto con un sistema di sostegni fissi. In questa ipotesi i moduli sono posizionati su sostegni fissi orientati a Sud ed inclinati di 30° dalla superficie del terreno.

Pertanto, adoperando un sistema di “sostegni fissi” il numero di ore equivalenti in un anno (ovvero il n° di ore in cui un impianto produce alla sua potenza di picco), è risultato pari a 1.210.

Da questo dato è possibile stimare l'energia media prodotta dall'impianto:

$$\text{Energia} = 52.557 * 1.380 = 72.528.660 \text{ kWh/anno}$$

Calcolo della producibilità dell'impianto con un sistema di sostegni ad inseguitori monoassiali

In questa ipotesi i moduli sono inseriti in un sistema di sostegni con inseguitori monoassiali a doppio pannello per consentire una maggiore distanza tra i filari e poter inserire la doppia siepe ulivicola.

I dati di producibilità dell'impianto sono rappresentati nella Relazione Tecnica.

Pertanto, adoperando un sistema di “sostegni ad inseguitore” il numero di ore equivalenti in un anno, è risultato pari a 1.766.

Da questo dato è possibile stimare l'energia media prodotta dall'impianto nel primo anno:

$$\text{Energia} = 52.557 * 1.766 = 92.815.662 \text{ kWh/anno}$$

L'energia prodotta supera il benchmark fisso del 27% (criterio pertinente per la qualifica di “agrivoltaico”).

Quindi si può affermare che l'inseguitore monoassiale:

- Consente di aumentare la producibilità fino al 27% rispetto al sistema fisso;
- Consente di limitare l'ombreggiamento tra le file dei moduli;
- Consente un uso più efficiente del terreno limitando la distanza tra le file dei moduli;

- Consente l'assetto ulivicolo con doppia siepe.

2.10.4 Alternative circa compensazioni e mitigazioni

Individuato il sito, ed avuta conferma della connessione da Terna per la Stmg, si è proceduto all'impostazione dell'impianto dal punto di vista elettrico e delle mitigazioni. In sostanza si è proceduto in questo modo:

- 1- In primo luogo, è stata realizzata una ricostruzione dettagliata delle curve di livello, con distinzione di 1 metro, al fine di assicurarsi della fattibilità dell'installazione degli inseguitori (che, come noto, sono sensibili alle pendenze) e, d'intesa con il produttore è stata stabilita la compatibilità fino al 9-12%;
- 2- In secondo luogo, con sopralluoghi mirati e rilevazioni di tipo agronomico e naturalistico, condotte dai nostri esperti, è stato definito in alcuni punti critici il tipo di trattamento da realizzare, e in alcuni lotti piccoli, si è valutato se utilizzarli o meno per l'impianto;
- 3- Questa fase ha visto una riduzione di potenza circa del 5%, rispetto a quella inizialmente programmata, eliminando parecchi piccoli lotti, e aumentando la distanza dalla SP e da alcuni corsi d'acqua minori.



Figura 77- Particolare fascia di interposizione e continuità ecologica

2.11 Superfici e volumi di scavo

Per questa parte della relazione si veda anche l'elaborato “**Piano di utilizzo in sito di terre e rocce di scavo**” nel quale è riportata la norma e le procedure di campionamento ante l'apertura del cantiere (151) e relativi parametri analitici.

2.11.1 Quantità

Per stimare il volume di scavo occorre partire dalle superfici e dai relativi spessori. Il principale intervento sul terreno sarà relativo alla viabilità di impianto. Essa sarà realizzata con pietrisco e ghiaia e avrà le seguenti caratteristiche:

- Larghezza media, 3,5 mt
- Profondità media, 0,3 mt,

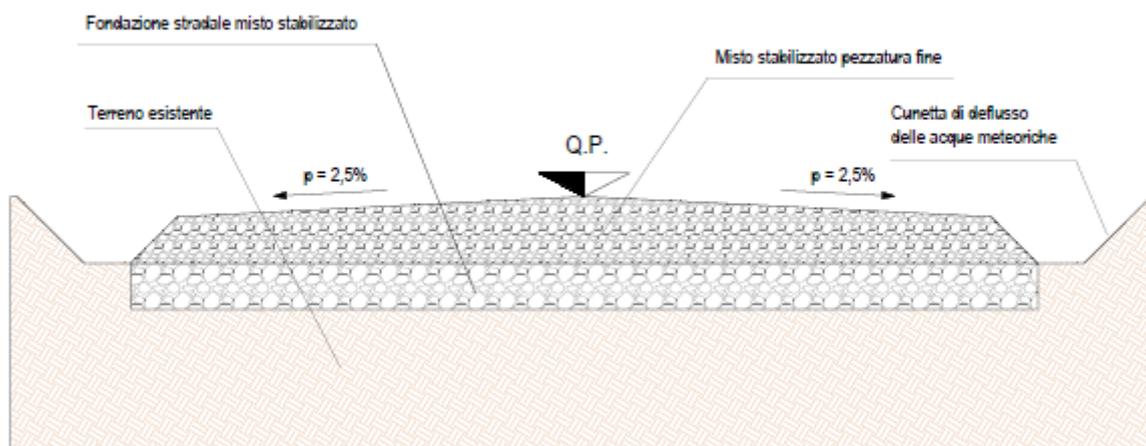


Figura 78- Sezione-tipo strade interne in misto stabilizzato

Si stima la quantità di misto stabilizzato da utilizzare in 10.579 mc. La quantità di terra rimossa e movimentata può essere stimata in 80% della cifra sopra indicata, e quindi pari a 8.463 mc.

L'alloggiamento dei cavidotti BT e MT comporterà la rimozione di circa 9.015 mc. Circa l'80% del terreno escavato per i cavidotti BT e MT sarà riutilizzato per il riempimento dello scavo.

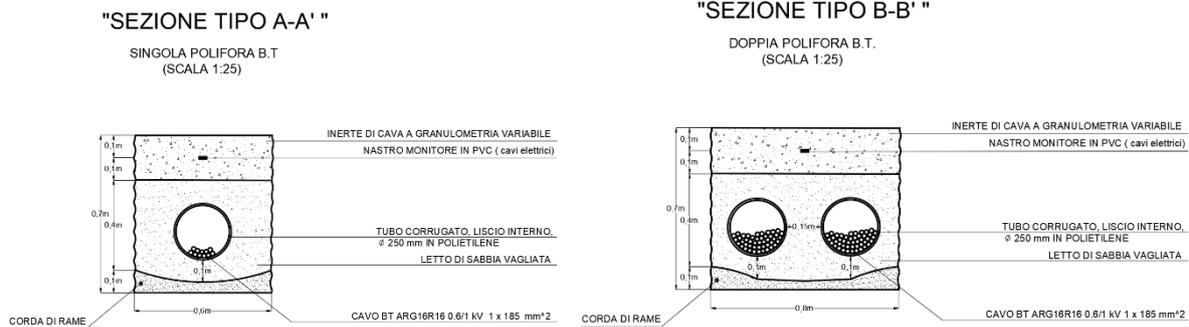


Figura 79 - Sezione tipo di elettodotto BT

Il cavidotto MT esterno si sviluppa per circa 10.275 m con un volume di scavo di circa 11.517 m³. Di questo, circa il 75% sarà direttamente riutilizzato in situ per ricolmare la fossa di scavo.

Le 18 cabine comporteranno lo scavo di una vasca di fondazione da 14 x 4 x 0,4 mt, avente quindi un volume di ca 556 mc.

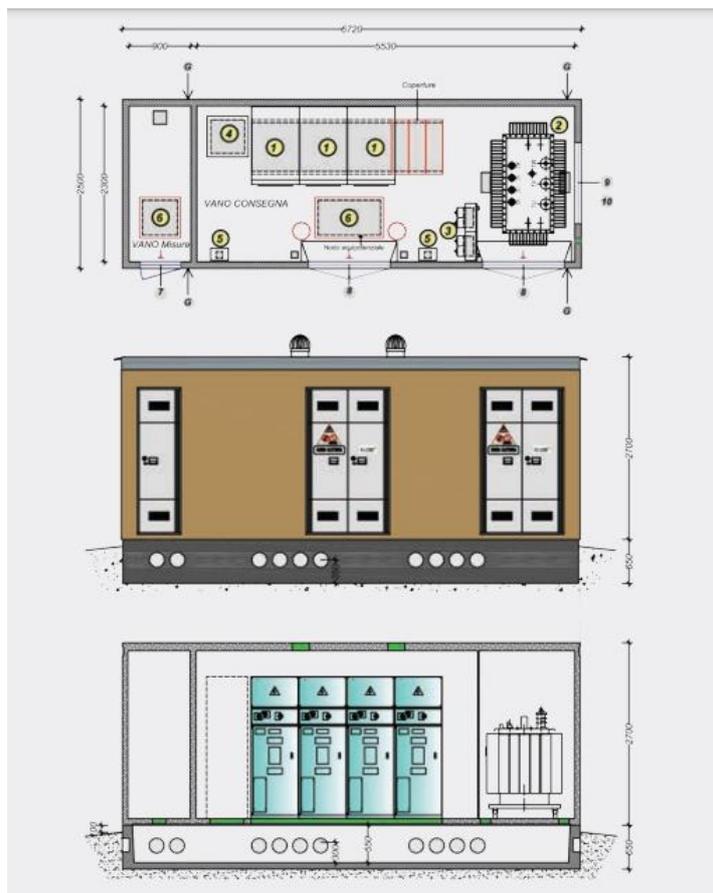


Figura 80 - Cabina tipo

I pali di illuminazione sono circa 131, i relativi plinti possono comportare la rimozione di circa 0,5

mc. Quindi 64 mc.

In definitiva il terreno da movimentare è stimabile in:

	mc	quantità riusata	quantità residua
strade interne	10.579	30%	7.405
cavidotti BT	9.028	80%	1.806
cavidotti MT est.	11.517	75%	2.879
cabine	556	20%	445
pali illuminazione	64	0%	64
	31.744		12.599

2.11.2 Utilizzo in sito e come sottoprodotti

La fascia di mitigazione dell'impianto occupa una superficie di 166.000 mq.

Su tali aree saranno ripartite i 12.596 mc residuanti dalle attività di scavo. In definitiva per uno spessore medio di 7,6 cm. Precisamente saranno utilizzati solo dove serve, in aree limitate, per creare un lieve effetto gobba sulla mitigazione, graduato dall'esterno verso l'interno, in modo da schermare ulteriormente il campo e per l'area naturalistica a fini di modellazione minore.

Non si prevede di dover gestire terre e rocce fuori del cantiere. Qualora la cosa si renda necessaria si richiederà la qualifica di "sottoprodotto", previa caratterizzazione in situ dei cumuli di terra e variante del Piano di Utilizzo presente nel progetto.

Per l'indicazione delle modalità di caratterizzazione (oltre 163 punti di prelievo previsti) si rimanda al Piano di Utilizzo.

2.12 Altri materiali e risorse naturali impiegate

2.12.1 Stima materiali da utilizzare

La realizzazione della recinzione comporterà l'impiego di circa 15.288 mq di rete metallica con relativi pali di legno.

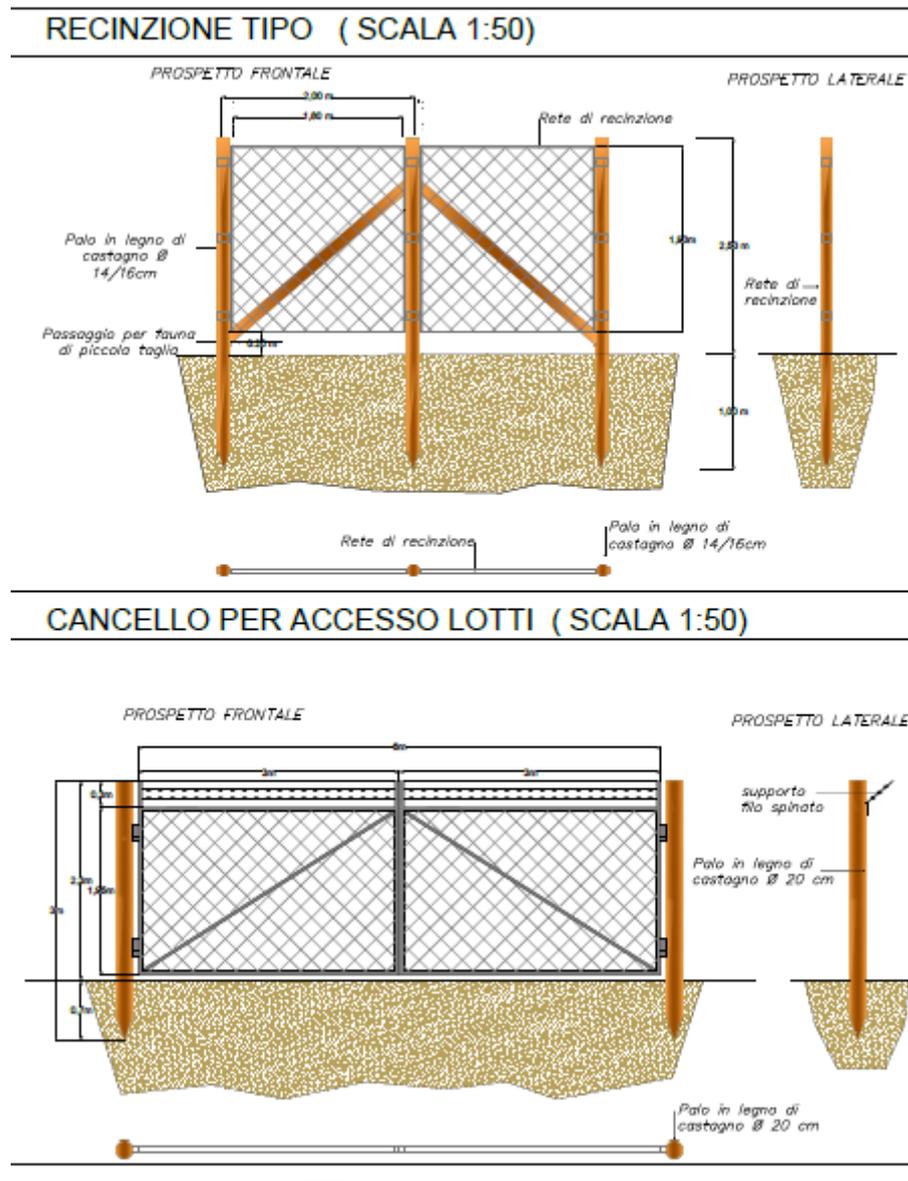
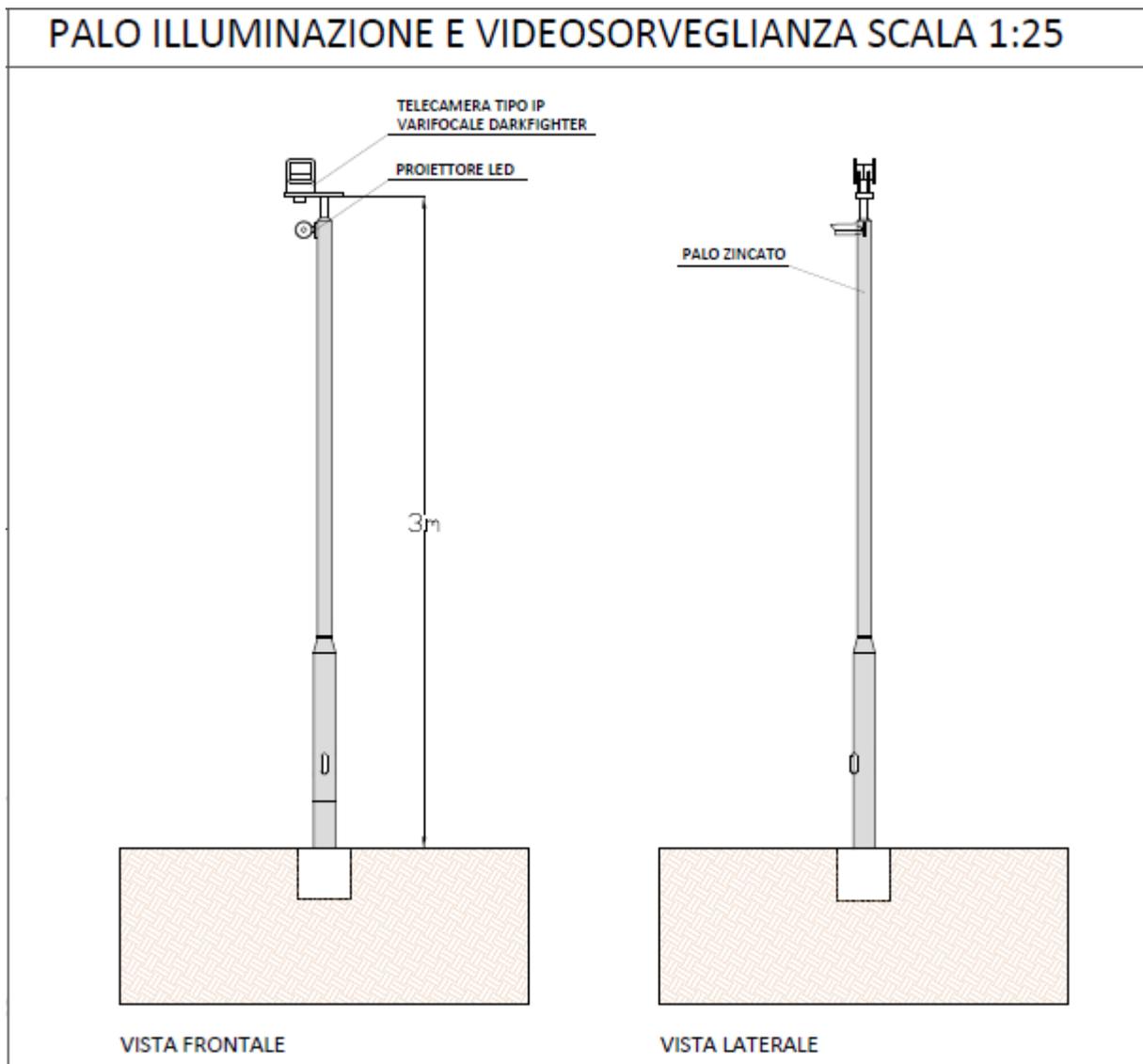


Figura 81 - Recinzione, particolare

L'impianto di illuminazione e videosorveglianza prevede l'installazione di oltre 131 pali in acciaio zincato, ognuno corredato di plinto di fondazione, fascio a luce LED con puntatore e termocamera e videocamera, relativi cablaggi.



Le altre risorse e materiali impiegati comprendono i moduli fotovoltaici, l'acciaio per i tracker e la relativa carpenteria, le strutture prefabbricate delle cabine con i relativi cavidotti, i materiali per i plinti di fondazione dei pali di illuminazione (calcestruzzo, sabbia, inerti e acqua, ferri di armatura). Tali materiali saranno forniti direttamente dalla ditta installatrice e sono stimati nella tabella seguente.

È opportuno precisare che, delle risorse naturali impiegate, la parte riferita all'occupazione o sottrazione di suolo è in gran parte teorica: il terreno sottostante i pannelli infatti rimane libero e allo stato naturale, così come il soprasuolo dei cavidotti.

In definitiva, solo la parte di suolo interessata dalle viabilità di impianto e dalle cabine risulta, a

progetto realizzato, modificata rispetto allo stato naturale ante operam. Questo terreno ammonta a poco più di 40.000 mq (circa il 5% della superficie).

	Stima materiali (ton)												
	Quantità	U.m.	legno	pietrisco	alluminio	rame	fibra	ferro	elettronica	vetro	silicio	plastiche	CLS
Recinzione	6.288	m	126										
Misto granulare	10.579	m3		15.869									
Cavo MT alluminio (est)	92.475	m			578								6,5
Cavo MT alluminio (int)	34.581	m			301								2,4
Cavo BT alluminio	201.168	m			885								14,1
Cavo solare	433.743	m				33							30,4
Corde rame	10.015	m				5,0							0,7
Cavi in fibra ottica	6.288	m					0,3						0,4
Struttura Tracker	1.900	cad.						2.204					0,133
Inverter	155	cad.						2	3				
Moduli	86.160	cad.			172	121				1.292	86		241
Acciaio in barre	564	m						1					
Cabine (+ vol tecnici+ raccolta)	19	cad.							28,5				418
Totale			126	15.869	1.936	158	0,3	2.206	32	1.292	86	296	418

Durante la fase di funzionamento dell'impianto è previsto l'utilizzo di limitate risorse e materiali.

Considerato che le operazioni di manutenzione e riparazione impiegheranno materiali elettrici e di carpenteria forniti direttamente dalle ditte appaltatrici, l'unica risorsa consumata durante l'esercizio dell'impianto è costituita dall'acqua demineralizzata usata per il lavaggio dei pannelli.

2.13 Intervento agrario: obiettivi e scopi

Il complessivo progetto mira all'inserimento del parco fotovoltaico nel contesto agricolo e paesaggistico cercando di salvaguardare nella misura del possibile il concetto di multifunzionalità che nell'ultimo trentennio ha modificato il modo stesso di intendere l'agricoltura. Secondo quanto dichiarato dall'Ocse si tratta di garantire che "oltre alla sua funzione primaria di produrre cibo e fibre", l'agricoltura possa anche "disegnare il paesaggio, proteggere l'ambiente e il territorio e conservare la biodiversità, gestire in maniera sostenibile le risorse, contribuire alla sopravvivenza socioeconomica delle aree rurali, garantire la sicurezza alimentare. Quando l'agricoltura aggiunge al suo ruolo primario una o più di queste funzioni può essere definita multifunzionale"⁴. Introdotto per la prima volta alla *Conferenza di Rio* nel 1992, e ripreso dalla PAC Europea⁵ viene approvato nel 1999 nell'ambito dell'*Agenda 2000*⁶, quando i temi della difesa dell'ambiente e della biodiversità assumono un ruolo strategico. Nella nostra normativa il tema viene introdotto dal D.Lgs. 228 del 2001. Come argomenteremo nell'ambito dei più recenti studi internazionali nel Quadro Ambientale un impianto fotovoltaico di per sé, se correttamente progettato e condotto, può costituire esso stesso un presidio di biodiversità. Tuttavia, nel progetto qui presentato si è cercato di andare oltre.

L'idea progettuale sulla quale si è lavorato è di realizzare un sistema realmente integrato, agro-fotovoltaico che, se pure sotto la preminenza della produzione energetica (essenziale per garantire, come illustrato in precedenza, la transizione energetica al paese e la risposta attiva alle quattro sfide climatica, pan-sidemia, energetica, politica, e decisiva per evitare al mondo il ritorno delle "tre sorelle" trecentesche⁷), dia adeguato spazio ad una produzione agricola non marginale ed a importanti presidi di biodiversità e naturalità.

La superficie complessiva delle aree interessate dal progetto è di circa 80 ettari distribuiti su diverse particelle.

In linea generale la realizzazione di questa tipologia di sistemazione a verde mira, in altre parole, a costituire una copertura vegetale diffusa e variabile capace di instaurare la connessione con la componente vegetazionale esterna, di rafforzare i punti di contatto tra i vari sistemi quali il corridoio ecologico delle aree depresse, i fossi di regimentazione delle acque, il comparto agricolo ed il campo

⁴ - Commissione agricoltura dell'OCSE - Organizzazione per lo Sviluppo e la Cooperazione Economica - 2001

⁵ - Politica Agricola Comunitaria

⁶ - <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=LEGISSUM:l60001>

⁷ - Nel 1300 in Europa in particolare la civiltà e i sistemi politici del continente furono flagellati da fame, pestilenza e guerra, a più riprese, con cadenza quasi ventennale, perdendo dal 25 al 40% della popolazione e ponendo fine al medioevo.

fotovoltaico, le aree di confine con le superficie naturali a macchia. Si persegue l'obiettivo di aumentare la biodiversità, attraverso la realizzazione di una complessità strutturale ed ecologica che possa autosostenersi nel tempo e continuare a vivere anche oltre la durata dell'impianto fotovoltaico.



Figura 83- Veduta dell'area

Lo scopo che si può perseguire in un grande impianto areale con bordi naturalizzati è di rianneggiare i frammenti che si presentano spazialmente isolati in una nuova matrice territoriale che, attenta ai profili pedoclimatici e vegetazionali esistenti, sia il migliore compromesso possibile tra la vocazione agricola dei luoghi, il paesaggio dell'area e gli ecosistemi naturali residuali (per effetto dello stesso uso agricolo intensivo e sub-intensivo).

A tale fine, su una superficie di intervento di ca 80 ettari è stato necessario svolgere uno studio molto approfondito di ecologia del paesaggio.

Tramite il progetto si è cercato di assolvere i seguenti compiti:

1. *Mitigare l'inserimento paesaggistico* dell'impianto tecnologico, cercando nella misura del possibile non solo di non farlo vedere, quanto di inserirlo armonicamente nei segni

- preesistenti. Lasciando, quindi, inalterati al massimo i caratteri morfologici dei luoghi, garantendo spessi insediamenti di vegetazione confinale (tratto comunque presente nel territorio, con riferimento in particolare ai bordi delle strade) particolarmente attenta alla riduzione della visibilità dalle abitazioni circostanti e dalle infrastrutture viabilistiche;
2. *Riqualificare il paesaggio*, evidenziando progettualmente le linee caratterizzanti, che si presentano oggi residuali, le linee di impluvio o le macchie vegetali presenti, dove possibile assecondando le trame catastali e l'andamento orografico del sito;
 3. *Salvaguardare le attività rurali*, inserendo un qualificato impianto ulivicolo superintensivo, realizzato con proprie risorse economiche e condotto da uno dei principali produttori di olio di oliva extravergine italiano. Impianto che prevede l'installazione di oltre 73.630 alberi e la produzione finale di 61.000 litri di olio di oliva, previa raccolta di 4.400 q.^{li} di olive da inviare a molitura presso gli impianti provinciali.
 4. *Tutelare gli ecosistemi e la biodiversità*, migliorare la qualità dei luoghi, incrementando la variabilità vegetazionale e al contempo dedicare delle superfici alla colonizzazione naturale e alla conseguente formazione di aree naturali e con essi la salvaguardia delle *keystone species*;
 5. *Aumentare la capacità di sequestro del carbonio*: nell'ottica della diminuzione del carbonio nell'aria, una gestione sostenibile dei terreni agricoli, con l'adozione di pratiche atte a salvaguardare biodiversità e le sue funzioni ecologiche, crea un minimo disturbo meccanico del suolo e una copertura vegetale varia e costante.

2.14 Mitigazioni previste

2.14.1 Generalità

La sistemazione ambientale delle aree di margine si è basata su un'accurata indagine vegetazionale e climatica del luogo, finalizzata alla realizzazione di fasce perimetrali della larghezza media di dieci metri lungo la viabilità principale e quella interpoderale.

In sintesi il progetto del verde è stato concepito come un progetto di **ecologia del paesaggio** applicata alla gestione dei sistemi ambientali, capace di coniugare il sistema rurale con quello tecnologico-energetico, assolvendo ai seguenti compiti:

- **di mitigazione:** l'opera si inserirà in armonia con tutti i segni preesistenti. Lasciando inalterati i caratteri morfologici dei luoghi, la vegetazione di progetto andrà a definire i contorni dei campi, al fine di ridurre la visibilità dalle abitazioni circostanti e dalle infrastrutture viarie limitrofe.
- **di riqualificazione paesaggistica:** l'intento è di evidenziare le linee caratterizzanti il paesaggio, quali i canali, assecondando le trame catastali e l'andamento orografico del sito;
- **di salvaguarda delle attività rurali:** incentivare colture arborate quali quella dell'oliveto superintensivo interno al campo fotovoltaico;
- **protezione del suolo:** le piante proteggono da erosione e smottamenti. Con le loro radici stabilizzano il suolo, mentre con le parti aeree lo proteggono dall'azione battente delle precipitazioni e schermano la superficie dal vento. La protezione del suolo risulta così importante che la Commissione Europea già nel 2006 ha pubblicato la "*Comunicazione 231 dal titolo Strategia tematica per la protezione del suolo*".
- **di sequestro del carbonio:** nell'ottica della diminuzione del carbonio nell'aria, una gestione sostenibile dei terreni agricoli, con l'adozione di pratiche atte a salvaguardare biodiversità e le sue funzioni ecologiche, crea un minimo disturbo meccanico del suolo e una copertura vegetale varia e costante;
- **di tutela degli ecosistemi e della biodiversità:** migliorare la qualità dei luoghi, incrementando la variabilità vegetazionale e dedicare delle superfici alla colonizzazione naturale e alla conseguente formazione di aree naturali e con essi la salvaguardia delle *keystone species* (quelle specie che hanno la capacità "ingegneristica" e costruttiva, capaci di modificare in modo significativo l'habitat, rendendolo ospitale per molte altre specie).

La vegetazione autoctona introdotta è distribuita in maniera tale da creare un sistema diffuso con struttura variabile in cui sono riprodotti gli ambienti della macchia alta e della boscaglia, a bassa manutenzione nei primi anni di impianto e a bassissima manutenzione a maturità, ottenuto attraverso l'inserimento di piante autoctone, appartenenti alla vegetazione potenziale dell'area fitoclimatica.

Si prevede pertanto una copertura del terreno perimetrale, costituita da un mantello arbustivo ed arboreo, tale da riprodurre una condizione naturale ed evoluta della macchia mediterranea.

Al fine di ottimizzare il raggiungimento dell'obiettivo è prevista l'esclusiva utilizzazione di specie vegetali autoctone che concorrono al mantenimento degli equilibri dell'ecosistema, oltre ad offrire maggiori garanzie di attecchimento e mantenimento della copertura vegetale.

La necessità di minima interferenza dell'elemento vegetale con il campo fotovoltaico ha portato alla scelta di specie sempreverdi e decidue a chioma espansa. Il portamento, le dimensioni e l'habitus vegetativo delle diverse specie arboree ed arbustive saranno tali da garantire un effetto coprente continuo nel tempo e nello spazio. I cromatismi dei fiori e del fogliame doneranno un piacevole effetto scenografico. La presenza di bacche, oltre ad offrire delle macchie di colore molto decorative in autunno, fornirà al contempo una fonte supplementare di cibo per la fauna del luogo.

La collocazione delle piante è stata guidata innanzitutto dal rispetto delle distanze dai fabbricati e dalle strade pubbliche come da Codice Civile e da D.Lgs. 285/1992 ("Codice della Strada"), oltre che dalle reti elettriche come DPCM 8 luglio 2003 o da altre reti.

Il secondo luogo, è stata determinata dalla loro velocità di accrescimento e dal loro ombreggiamento sui pannelli. La velocità di accrescimento di una pianta dipende da molti fattori spesso imponderabili quali variazione delle situazioni climatiche, delle condizioni del suolo, l'adeguatezza della manutenzione e la competizione tra specie. Perciò la scelta delle piante, per quanto fatta in linea con la vegetazione potenziale e reale del luogo, si è indirizzata verso quelle specie che sulla base di dati bibliografici, garantiscono un lento accrescimento e la loro disposizione è stata fatta in modo da far sì che nell'arco di vita del campo fotovoltaico non superino i 10 metri nella porzione più prossima al campo.

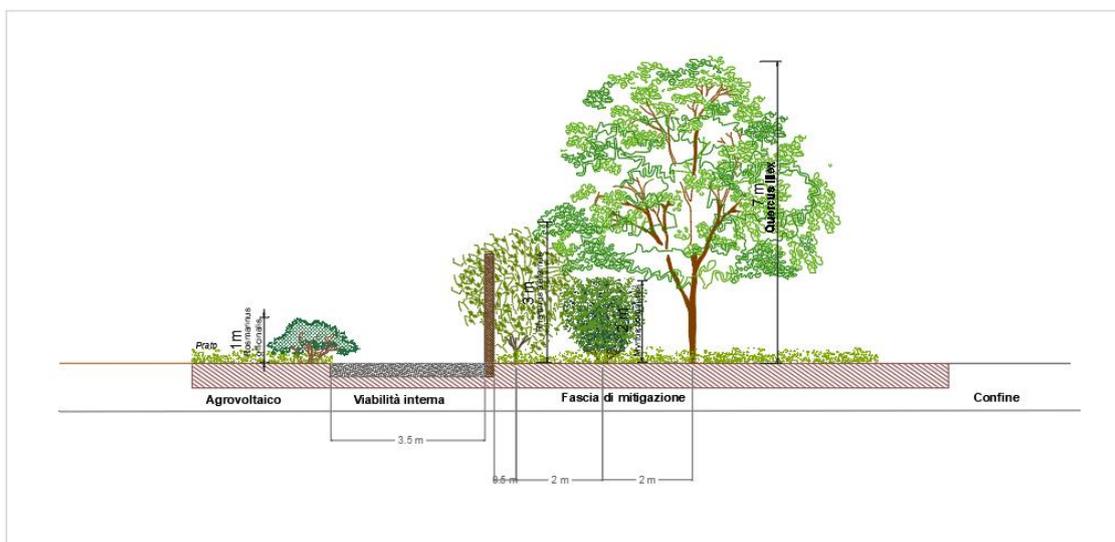


Figura 84- Dettaglio tipologico della mitigazione a dieci anni dall'impianto

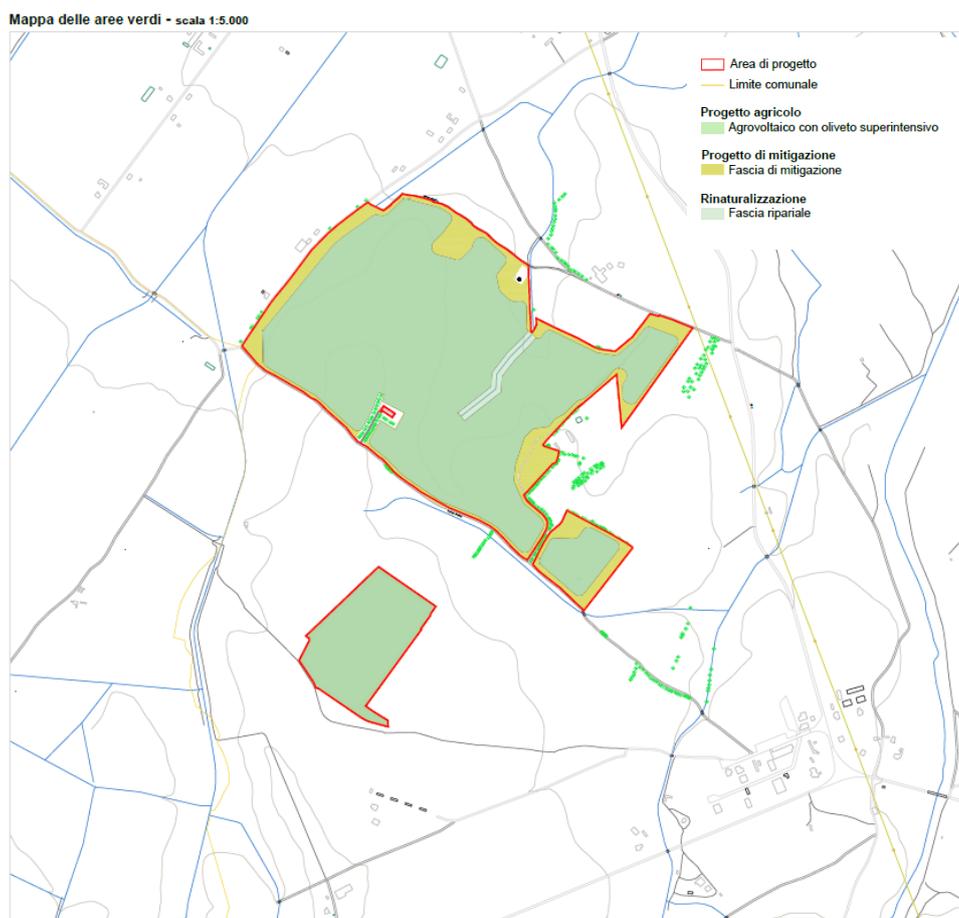


Figura 85 - Stralcio del progetto del verde suddiviso per aree funzionali

2.14.2 Il progetto del verde

Il progetto del verde mira alla creazione di sistemi agroforestali con microhabitat diversificati, tanto sul piano microambientale che sul piano delle comunità vegetali, che supportano una particolare diversità specifica sia di erbivori che di predatori. In tal senso i sistemi agroforestali, da realizzare, costituiscono dal punto di vista ecologico e paesaggistico dei veri e propri corridoi, intesi come “ecosistemi (o meglio ecotopi) di forma lineare con caratteri propri che differiscono dalle condizioni circostanti” (Franco, 2000). Le caratteristiche dei corridoi, in particolare dei corridoi vegetati, variano in funzione della struttura interna ed esterna, e sono influenzate da una serie di attributi:

- la larghezza (parametro della struttura orizzontale), che nei corridoi ingloba l’effetto gradiente tra i due margini del sistema, le cui caratteristiche ambientali generalmente differiscono tra loro e confinano con abitata diversi;
- la porzione centrale, che può possedere peculiarità ecologiche proprie o contenere ecosistemi diversi (corsi d’acqua, strade, muretti, ecc.);

- la composizione e la struttura verticale.

In quest'ottica si pongono i sistemi agroforestali intesi come soprassuoli arboreo/arbustivi a sviluppo per lo più lineare gestiti con tecniche forestali ed integrati nel ciclo produttivo agro-silvo-pastorale (Franco, 2000). Tale definizione comprende un'ampia varietà di sistemi antropici o seminaturali, potendo indicare tanto le siepi spinose adoperate per separare le greggi che le grandi fasce boscate riparali.

I sistemi agroforestali sono presenti nei paesaggi rurali europei già dall'epoca pre-romana, e si sono modificati in forma, struttura ed estensione al passo con le trasformazioni socioeconomiche del paesaggio, con le tecniche agronomiche e sulla base delle diverse condizioni pedo-ambientali. Le modificazioni nell'uso del paesaggio rurale in generale, e di questi sistemi in particolare, sono avvenute piuttosto lentamente sino a circa un secolo fa, con un tasso di cambiamento decisamente più rapido a seguito dell'avvento dell'agricoltura industriale e dell'avvento dei paesaggi di tipo agro industriale ad energia solare e combustibile.

Al fine di assicurare la continuità ecologica, il progetto ambisce a costruire un sistema strutturato attraverso:

- la conservazione e integrazione degli aspetti di naturalità residui,
- la loro messa a sistema lungo dei corridoi ecologici di connessione.

Nel dettaglio, la sistemazione ambientale si è basata su un'indagine vegetazionale e climatica del luogo, finalizzata alla realizzazione di fasce perimetrali di larghezza variabile lungo la viabilità principale e quella interpodereale e alla costruzione di macchie vegetali lineari interne al campo.

La vegetazione autoctona introdotta è distribuita in maniera tale da creare un sistema diffuso con struttura variabile in cui sono riprodotti gli ambienti della macchia alta e della boscaglia, a bassa manutenzione nei primi anni di impianto e a bassissima manutenzione a maturità, ottenuto attraverso l'inserimento di piante autoctone, appartenenti alla vegetazione potenziale dell'area fitoclimatica.

Si prevede pertanto una copertura del terreno perimetrale, costituita da un mantello arbustivo ed arboreo, tale da riprodurre una condizione naturale ed evoluta della macchia-bosco mediterranea. Lo scopo di questa fascia vegetale oltre a mitigare l'impatto del campo fotovoltaico è quello di connettere le aree naturali presenti nei dintorni, sviluppando rapporti dinamici tra le aree boschive preesistenti e le neoformazioni forestali.

Di seguito viene dettagliato il progetto di mitigazione, mentre il progetto agronomico dell'oliveto superintensivo verrà illustrato nella relazione specifica.

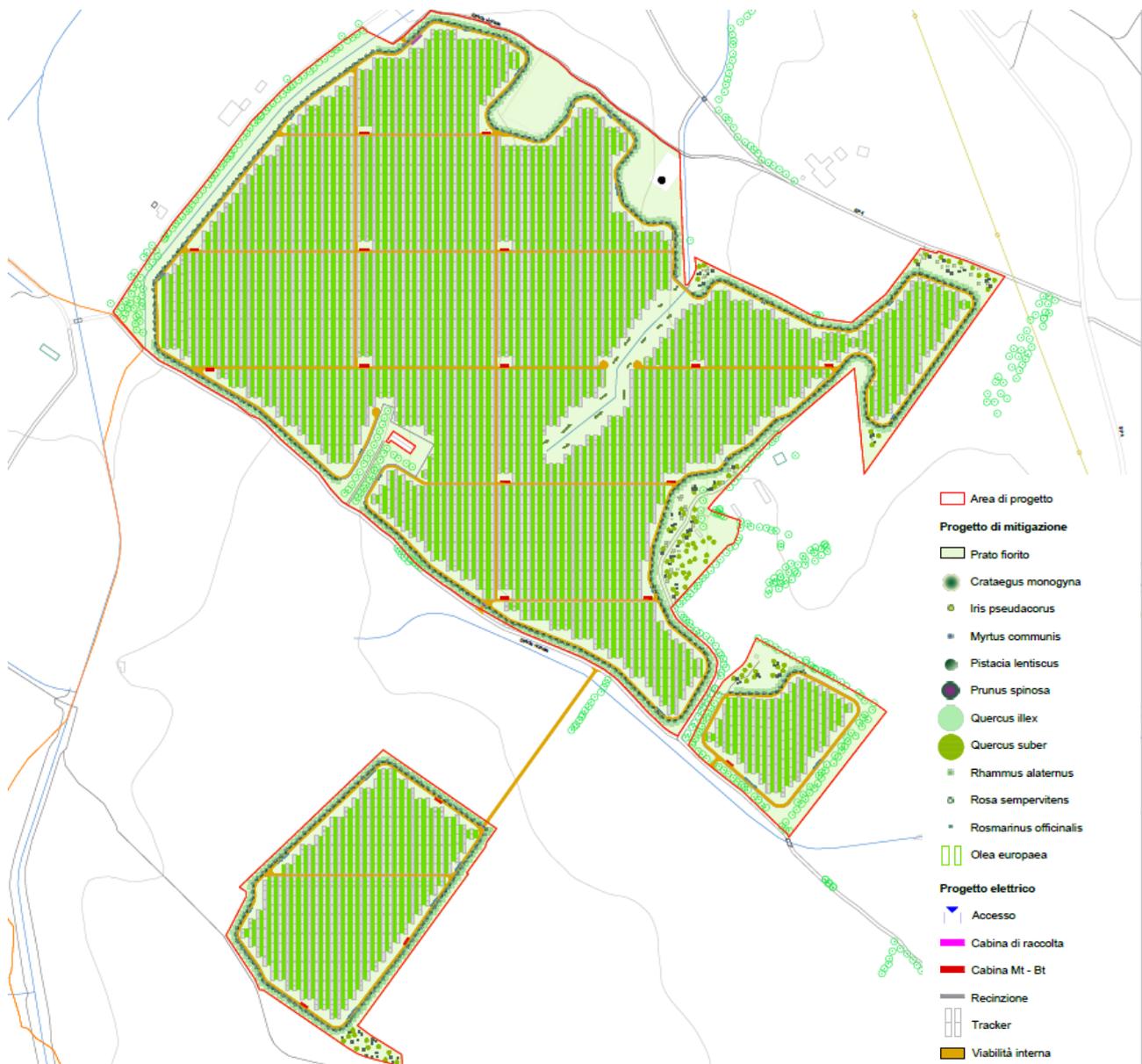


Figura 86 - Layout d'impianto con progetto del verde

La sistemazione ambientale delle aree di margine si è basata su un'indagine vegetazionale e climatica del luogo, finalizzata alla realizzazione di fasce perimetrali di larghezza variabile lungo le viabilità interpoderali e i confini con proprietà terze, per una superficie totale di circa **14 ha**, con allargamenti e formazioni “boschive” presso le abitazioni.

Si prevede pertanto una copertura del terreno perimetrale, costituita da un mantello arbustivo ed arboreo, tale da riprodurre una condizione naturale ed evoluta della macchia-bosco mediterranea.

La vegetazione introdotta è distribuita in maniera tale da creare un sistema diffuso con struttura variabile in cui sono riprodotti gli ambienti naturali circostanti, a bassa manutenzione nei primi anni di impianto e a bassissima manutenzione a maturità, ottenuto attraverso l'inserimento di piante autoctone, appartenenti alla vegetazione potenziale e reale dell'area fitoclimatica. Lo scopo di questa fascia vegetale, oltre a mitigare l'impatto del campo fotovoltaico, è quello di connettere le diverse aree verdi, sviluppando rapporti dinamici tra le aree boschive preesistenti e le neoformazioni vegetali.

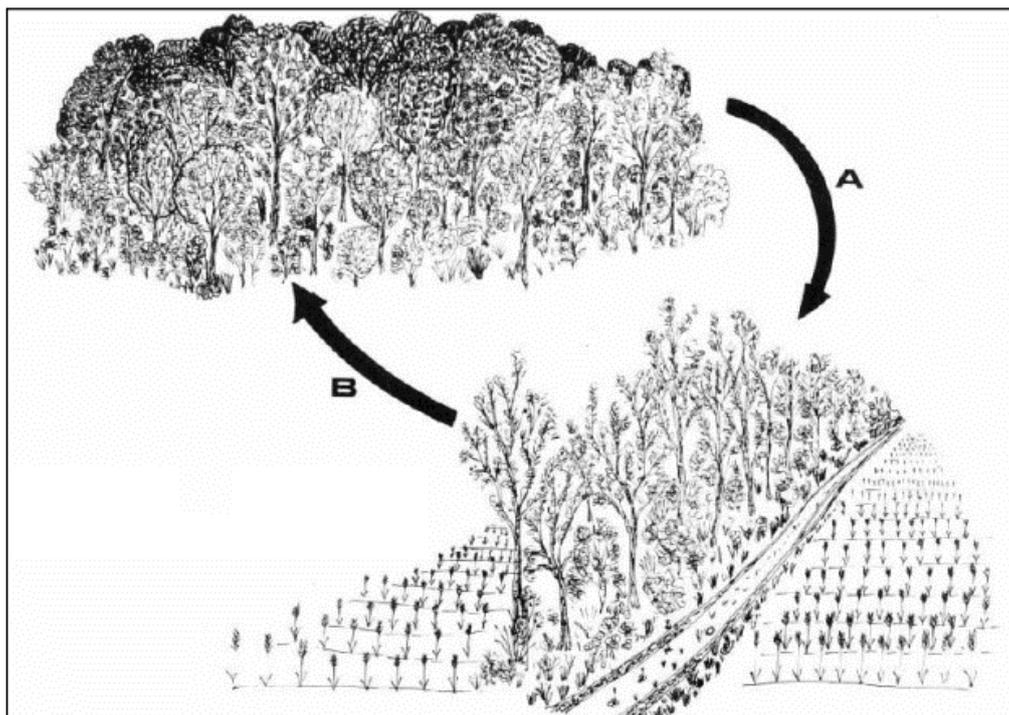


Figura 87 - Schema illustrativo della dinamicità tra foresta e siepi. (Lorenzoni, 1998, modificato)

2.14.2.1- Specie arboree utilizzate

Nel dettaglio, la vegetazione arborea sarà costituita da alberi di II grandezza, disposti nella parte esterna della fascia di mitigazione. E' prevista la messa dimora di 629 alberi di cui 569 lecci (*Quercus ilex*) a contorno del campo fotovoltaico e 60 sughere (*Quercus suber*) sparse nelle aree in prossimità delle abitazioni.

Gli arbusti, che a maturità saranno alti circa 2-3 metri, formeranno una fascia perimetrale al campo fotovoltaico, in cui si inseriranno specie erbacee spontanee, riproducenti nell'insieme la distribuzione random dei sistemi naturali. Sono previsti 5.075 arbusti appartenenti sia a specie sempreverdi che caducifoglie che andranno oltremodo a migliorare la biodiversità dei luoghi e ad arricchire il bouquet di aromi dell'olio prodotto dall'oliveto interno ai campi fotovoltaici: *Crataegus monogyna*, *Myrtus*

communis, *Pistacia lentiscus*, *Prunus spinosa*, *Rhamnus alaternus*, *Rosa sempervirens* e *Rosmarinus officinalis*.

:

- ***Quercus ilex***, (leccio) è una quercia sempreverde che ha generalmente portamento arboreo, è molto longeva raggiungendo spesso i 1000 anni di età. Alta fino a 25 m con diametri del tronco che possono superare il metro, ha chioma globosa e molto densa di colore nell'insieme verde cupo, formata da grosse branche che si dipartono presto dal tronco. Le foglie sono persistenti e durano mediamente 2-3 anni, sono coriacee con un breve picciolo tomentoso, con stipole brune di breve durata; sono verde scuro e lucide nella pagina superiore ma grigio feltrose per una forte pubescenza nella pagina inferiore. La pianta è dotata di una spiccata eterofillia e di conseguenza la lamina fogliare può avere sulla stessa pianta, diverse dimensioni e forme. Le ghiande maturano nell'anno in autunno inoltrato, sono portate in gruppi di 2-5 su peduncoli di 10-15 mm, di dimensioni molto variabili di colore. Il leccio si adatta a tanti tipi di substrato, evitando solo i terreni argilloso-compatti e quelli con ristagno idrico. Fuori dal suo areale elettivo si comporta come specie calcicola termica; anche se frugale non ama terreni poco evoluti o troppo degradati.
- ***Quercus suber***, (sughera) è un albero sempreverde, di medie dimensioni che può raggiungere i 20 m di altezza e 1,5 m di diametro del tronco. La corteccia costituisce il carattere più distintivo di questa specie; inizialmente è liscia e grigia, in breve si ispessisce in un ritidoma rugoso, solcato da profonde scanalature, di colore chiaro all'esterno, ma rosato all'interno e spugnoso che in pochi anni può raggiungere lo spessore di 5-7 cm che persiste per tutta la vita dell'albero, "il sughero". La quercia da sughero è una specie caratteristica della fascia mediterraneo-temperata (mesomediterranea) della sottozona media del *Lauretum*. Nettamente eliofila, in gioventù può tollerare un leggero ombreggiamento, è specie termofila e oceanica, preferisce perciò, inverni miti con una piovosità media annua di 600-700 mm e d'estate una certa umidità

Alberi
● *Quercus ilex*



● *Quercus suber*



■ *Olea europaea*



atmosferica. Preferisce terreni derivati da rocce silicee decalcificate in terreni acidi o sub-acidi, ma anche a reazione leggermente basica, purché decalcificati.

2.14.2.2 - Specie arbustive utilizzate

Gli arbusti, che a maturità saranno alti circa 2-3 metri, formeranno insieme agli alberi e alle specie erbacee spontanee, delle macchie riproducenti nell'insieme la distribuzione random dei sistemi naturali. Si prevede un arbusto ogni 10 metri, per un totale di 5.075 piante.

BIODIVERSITA'



- *Crataegus monogyna* (biancospino) è un arbusto o un albero piccolo molto ramificato, contorto e spinoso, appartenente alla famiglia delle *Rosaceae* e al genere dei *Crataegus*. Il

biancospino è una caducifoglia e latifoglia, che può raggiungere altezze comprese tra 50 centimetri ed i 6 metri. Il fusto è ricoperto da una corteccia compatta di colore grigio, i rami giovani sono dotati di spine. Questa specie è longeva e può diventare pluricentenaria, ma ha una crescita lenta. Le foglie sono lunghe da 2 a 6 centimetri, dotate di picciolo, di forma romboidale ed incise profondamente. E' caratterizzato da un'abbondante e splendida fioritura nel mese di maggio, composta di fiori bianchi e profumati riuniti in piatti corimbi. Seguono numerosi frutti sferici o ovoidali rosso scuro, lucenti, molto apprezzati dall'avifauna. E' una specie diffusa in tutta l'Italia, dalle zone pianeggianti fino a 1.500 m di quota; è comune tra le specie arbustive del sottobosco, ai margini dei boschi o nei pascoli arborati, riuscendo a colonizzare i pendii erbosi.

Il biancospino si adatta facilmente a tutti i tipi di terreno, è una pianta che ama le alte temperature ma tollera bene il freddo invernale. Sopporta la siccità come l'eccessiva umidità.

- *Myrtus communis* è un arbusto sempreverde, dal profumo aromatico e resinoso, eretto, con chioma densa, fusto lignificato e ramificato sin dalla base, rami opposti, ramuli angolosi. Le foglie sono coriacee, semplici, a margine intero che emettono una gradevole fragranza. I fiori sono bianchi dal profumo molto intenso, sono solitari o appaiati all'ascella delle foglie e compaiono nel periodo primaverile-estivo. Il mirto è uno dei principali componenti della macchia mediterranea bassa, frequente sui litorali, dune fisse, garighe e macchie. Forma densi

cespugli resistenti al vento nelle aree a clima mite. Si adatta molto bene a qualsiasi tipo di terreno anche se predilige un substrato sabbioso, tollera bene la siccità. Vegeta dal livello del mare sino a 500 m s.l.m.

- ***Pistacia lentiscus*** (lentisco): è una pianta per climi miti a portamento cespuglioso arrotondato e a fogliame persistente, composto da piccole foglioline ovali, di colore verde medio poi rosse d'inverno, lucide e coriacee. Raggiunge un'altezza e un diametro che vanno da 3 a 4 m. L'arbusto presenta una fioritura senza interesse, in maggio - giugno, con piccoli fiori bruno verdastro con stami rossi, raggruppati a piccoli mazzi. Mostra poi abbondanza di piccoli frutti rotondi, rosso intenso, quasi neri a maturità.

Arbusti

• *Crataegus monogyna*



• *Iris pseudacorus*



• *Myrtus communis*



• *Pistacia lentiscus*



- ***Prunus spinosa*** (prugnolo selvatico) è un arbusto spontaneo appartenente alla famiglia delle *Rosaceae* e al genere *Prunus*, viene chiamato anche prugno spinoso, strozzapreti o semplicemente prugnolo. È un arbusto o un piccolo albero folto, è caducifoglie e latifoglie alto tra i 2,5 e i 5 metri. La corteccia è scura, talvolta i rami sono contorti, le foglie sono ovate verde scuro; i fiori numerosissimi e bianchissimi, compaiono in marzo o all'inizio d'aprile e ricoprono completamente le branche. Produce frutti tondi di colore blu-viola, la cui maturazione si completa a settembre-ottobre, molto ricercati dalla fauna selvatica come fonte di nutrimento. Un tempo in Italia veniva utilizzato come essenza costituente delle siepi interpoderali, in ragione delle spine e del fitto intreccio di rami; la siepe di prugnolo selvatico costituiva, infatti, una barriera pressoché impenetrabile.

- ***Rhamnus alaternus*** è una pianta con portamento cespuglioso o arbustivo sempreverde, alta da 1 a 5 metri, con fusti ramosi; rami flessibili, a disposizione sparsa sul fusto; chioma compatta e tondeggiante. Le foglie sono coriacee, lanceolate o ovate, alterne, a volte quasi opposte, lunghe 2-5 cm, con margine biancastro cartilagineo seghettato o intero, con nervatura centrale pronunciata e 4-6 paia di nervature secondarie; pagina superiore lucida verde scura,

quella inferiore più chiara. I fiori sono raccolti in un corto racemo ascellare di qualche cm di lunghezza. I frutti sono drupe di forma obovoide, prima rossastre e poi nere, di 3-7 mm di diametro che giungono a maturazione tra luglio e agosto. È un arbusto diffuso nella macchia sempreverde termofila, nelle garighe e nelle leccete, sui pendii collinari calcarei, nelle fenditure della roccia, in aree disturbate ed ai margini del bosco, nel greto dei ruscelli costieri, nel sottobosco rado delle regioni a clima mediterraneo del livello del mare fino ai 700 m di altitudine.

- ***Rosa sempervirens*** (rosa di San Giovanni) è una pianta arbustiva, sempreverde, dimensioni tra 1 e 3 m di altezza. Fusti striscianti o eretto-ascendenti, glabri, di colore verde sfumato di rosso, con sparse spine curve. Fiori profumati, vistosi, riuniti in infiorescenza generalmente composta da 3-7 elementi, petali bianchi lunghi più o meno 2 cm, sepali lanceolati, verdicci, fortemente glandolosi sul dorso. Frutto subsferico, prima di colore rosso poi nero a maturità. Il suo habitat è quello delle macchie e degli ambienti più caldi dei boschi caducifogli e relativi mantelli, sia su calcare che su marne ricche in basi, su suoli argillosi abbastanza profondi, aridi d'estate, al di sotto della fascia montana inferiore.

● *Prunus spinosa*



● *Rhamnus alaternus*



● *Rosa sempervirens*



● *Rosmarinus officinalis*



- ***Rosmarinus officinalis*** è un arbusto legnoso perenne sempreverde, ramosissimo alto fino a 2 metri, con corteccia bruno chiara. Le foglie sono lineari larghe 2-3 mm e lunghe 15-30 mm, revolute sul bordo, sessili, verde scure e lucide di sopra, bianco tomentose di sotto, opposte lungo i rami ed in fascetti ascellari. I fiori sono raccolti in racemi ascellari brevi, generalmente nella parte superiore dei rami, ciascuno con 4-16 fiori. Calice campanulato bilabiato tomentoso di 5-6 mm diviso fino ad un terzo della lunghezza. Corolla azzurro-chiara o lilla, a volte rosea o bianca bilabiata a tubo sporgente, gonfia alla fauce, con labbro superiore dritto formato da due lobi connati e labbro inferiore trifido con lobo centrale più grande e concavo e lobi laterali oblungi e più o meno rivoluti. I due stami superiori sono assenti, i due inferiori sono ascendenti e superanti la corolla. Stilo semplice a stimma bifido. Il frutto è schizocarpico

con 4 acheni oblunghi, di color castano chiaro. Il rosmarino è caratteristico componente della macchia bassa e gariga mediterranea, già dall'antichità è comunemente impiegato come pianta medicinale, aromatica e condimento.

Lungo il perimetro del campo fotovoltaico, la recinzione sarà permeabile al passaggio di piccoli animali in transito, grazie al varco lasciato dalla rete metallica che sarà sollevata da terra di circa 20 cm. La recinzione sarà schermata da piante rampicanti sempreverdi, a rapido accrescimento, quale è il caprifoglio (*Lonicera caprifolium*). La specie è di tipo lianosa, i fusti sono rampicanti e volubili (si avvolgono ad altri alberi o arbusti), possono arrivare fino a 5 metri di estensione e nella fase iniziale dello sviluppo sono molto ramosi. Le foglie sono semplici a margine intero senza stipole. I fiori sono ermafroditi, delicatamente profumati, riuniti in fascetti apicali, sessili.



Figura 88 - Esempio di un tratto di mitigazione

2.14.2.3 - Prato permanente polifita

Tutta la superficie sarà inerbita con un prato polifita, con conseguenti vantaggi per l'ambiente:

- Il suolo ricoperto da una vegetazione avrà un'evapotraspirazione (ET) inferiore ad un suolo nudo;
- I prati tratterranno le particelle terrose e modificheranno i flussi idrici superficiali esercitando una protezione del suolo dall'erosione;
- Ci sarà la stabilizzazione delle polveri perché i prati impediranno il sollevamento delle particelle di suolo sotto l'azione del vento;
- I prati contribuiscono al miglioramento della fertilità del terreno, soprattutto attraverso l'incremento della sostanza organica proveniente del turnover delle radici e degli altri tessuti della pianta;
- L'area votata ai prati creerà un gigantesco corridoio ecologico che consentirà agli animali presenti nelle aree circostanti di effettuare un passaggio tra habitat diversi;
- La presenza di prati fioriti fornirà nutrienti per numerose specie, dai microrganismi presenti nel suolo, agli insetti, ai piccoli erbivori ed insettivori. D'altronde l'aumento di queste specie aumenterà la disponibilità di nutrimento dei carnivori;
- La presenza di arbusti e alberi favorirà il riposo delle specie migratorie, che nei prati potranno trovare sostentamento;
- La presenza dei prati consentirà un maggior cattura del carbonio atmosferico, che verrà trasformato in carbonio organico da immagazzinare nel terreno;
- Terreni che avrebbero potuto assumere forme vegetazionali infestanti verranno, invece utilizzati per uno scopo ambientale e di agricoltura votata all'apicoltura;
- Forniranno materiale per la costruzione di tane a numerose specie.



I prati quindi si occuperanno del mantenimento dei suoli, della riduzione ed eliminazione di pesticidi e fertilizzanti, del miglioramento della qualità delle acque, aumenteranno la quantità di materia organica nel terreno e lo renderanno più.

2.14.2.4 quantità complessive

Nella tabella seguente sono riportate le quantità della vegetazione di progetto che andranno a costituire le fasce di mitigazione.

Vegetazione	Unità di misura	Quantità
Erbacee perenni		148
<i>Iris pseudacorus</i>	n.	148
Arbusti		5.075
<i>Crataegus monogyna</i>	n.	48
<i>Myrtus communis</i>	n.	435
<i>Pistacia lentiscus</i>	n.	1.062
<i>Prunus spinosa</i>	n.	53
<i>Rhamnus alaternus</i>	n.	529
<i>Rosa sempervirens</i>	n.	2.119
<i>Rosmarinus officinalis</i>	n.	829
Alberi		629
<i>Quercus ilex</i>	n.	569
<i>Quercus suber</i>	n.	60
Prato	mq	40.000

Tabella 1. Progetto del verde _ Quantità

2.15 Descrizione degli effetti naturalistici

2.15.1 Generalità

Un recente studio di Rolf Peschel, Tim Peschel, Martine Marchand e Jörg Hauke, dell'associazione tedesca Neue Energiewirtschaft (BNE)⁸, condotto su ben 75 impianti esistenti in 9 diversi stati federali tedeschi, ha dimostrato un impatto positivo sulla biodiversità degli stessi con un aumento nelle aree occupate da animali e piante, in particolare negli spazi tra le file dei moduli. Lo studio ha analizzato le caratteristiche della vegetazione e la colonizzazione da parte di diversi gruppi animali dei parchi fotovoltaici, alcuni dei quali sono stati descritti dettagliatamente. Vengono inoltre presentati anche i risultati di studi analoghi effettuati nel Regno Unito.

Dopo aver valutato i documenti disponibili, sono emersi i seguenti risultati:

- una delle ragioni principali della colonizzazione da parte di diverse specie animali dei siti degli impianti fotovoltaici a terra, con l'utilizzo permanente di un'area estesa, è la manutenzione del prato negli spazi tra le file dei moduli, condizione che si contrappone fortemente allo stato dei terreni utilizzati in agricoltura intensiva o per la produzione di energia da biomassa;

⁸ "Solarparks - Gewinne für die Biodiversität", Bne https://www.bne-online.de/fileadmin/bne/Dokumente/20191119_bne_Studie_Solarparks_Gewinne_fuer_die_Biodiversitaet_online.pdf

- viene anche rilevato come la possibile presenza di farfalle, cavallette e uccelli riproduttori, aumenta in generale la biodiversità nell'area interessata e nel paesaggio circostante;
- si registra un maggiore effetto vantaggioso quanto più è ampia la distanza tra i moduli. Lo studio ha dimostrato infatti che spazi ampi e soleggiati favoriscono maggiormente l'aumento delle specie e delle densità individuali, in particolare la colonizzazione di insetti, rettili e uccelli riproduttori;
- qualche differenza si registra anche con riferimento alla dimensione delle piastre fotovoltaiche. Gli impianti più piccoli fungono da "biotopi di pietra", capaci di preservare e ripristinare i corridoi di habitat per piccola fauna. Mentre gli impianti fotovoltaici di grandi dimensioni possono costituire habitat sufficientemente ampi per la conservazione e lo sviluppo di popolazioni di diverse specie animali, come lucertole e uccelli riproduttori.

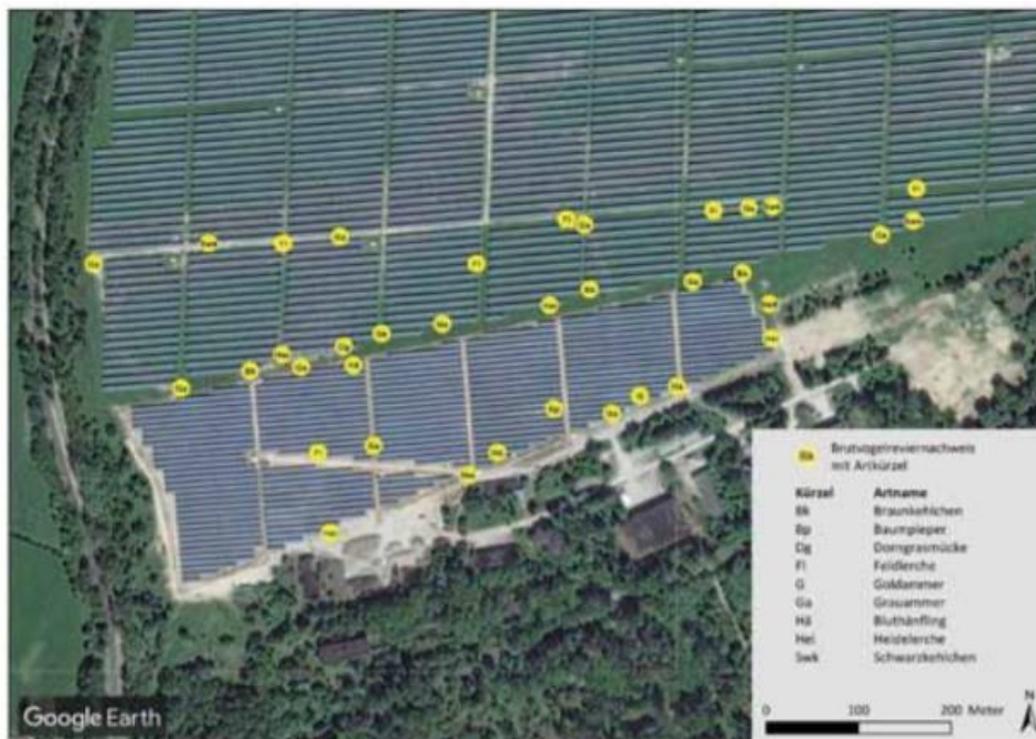


Abbildung 3-9: Darstellung der Revierzentren und / oder Brutplätze der nachgewiesenen Brutvogelarten in dem Untersuchungsraum im Untersuchungszeitraum 2017 (Quelle: 2017, © 2009 GeoBasIs-DE/BKG, © 2018 Google)

Figura 89- identificazione delle aree di monitoraggio della piccola fauna

In ragione di quanto detto e per potenziare intenzionalmente questo effetto, le piante considerate saranno caratterizzate da portamento e presenza di fioriture e bacche utili ad offrire rifugio e cibo alla fauna del luogo. La funzione ecologica del progetto si arricchisce oltremodo con la realizzazione di

veri e propri spazi naturali, senza alcuna funzione produttiva diretta, per la formazione di ecotopi che costituiranno il tessuto connettivo rurale, forestale e lineare lungo i corsi d'acqua.

Si sottolinea da subito che la presenza di un vasto impianto areale, di regola non frequentato da uomini, se non in alcune piccole aree, e recintato per circa trenta anni, è di per sé occasione per ottenere tale ripopolamento e colonizzazione.

2.15.4 Monitoraggio faunistico

Allo scopo di garantire la conservazione e il rafforzamento della biodiversità con andamento annuale sarà condotta una campagna di monitoraggio della presenza di specie (rilievi faunistici) nidificanti su alberi e cespugli, della entomofauna e della erpetofauna. I rilievi fitosociologici sia con riferimento alla componente floristica, sia faunistica tenderà a mettere in evidenza i rapporti quali-quantitativi con cui le piante occupano lo spazio, sia geografico sia ecologico, in equilibrio dinamico con i fattori ambientali, abiotici e biotici che lo caratterizzano.

Lo scopo sarà di individuare, all'interno delle fisionomie vegetazionali ambiti omogenei nei quali sviluppare con la cadenza indicata, ed a cura di personale abilitato preferibilmente di livello universitario (sarà realizzata una convenzione con l'Università della Tuscia), rilievi fitosociologici in accordo con il “*Manuale per il monitoraggio di specie e habitat di interesse comunitario in Italia*” dell'ISPRA. Di regola si tratterà di individuare un numero adeguato di plot da 10 x 10 mt all'interno dei quali effettuare dei censimenti delle specie per stabilire i relativi rapporti di abbondanza.



Figura 90 - Monitoraggio della fauna

2.16 Progetto agronomico produttivo: uliveto superintensivo

L'impianto, oltre a produrre 92 GWh elettrici all'anno, produce anche circa 4.400 q.^{li} di olive che saranno trasformati in ca 61.000 litri di olio dopo invio a molitura presso impianti provinciali, e poi ceduti annualmente alla società Olio Dante S.p.a., che si occuperà, presso i suoi impianti a Montesarchio (BN), delle attività di conservazione sotto azoto, raffinazione, imbottigliamento e commercializzazione.

Questa duplice funzione del terreno, rispettivamente condotta da due investitori di livello nazionale ed internazionale, professionali, che sostengono interamente la propria parte di investimento, determina una elevatissima produttività sia elettrica come agricola.

La stessa quantità di prodotto sarebbe infatti stata ottenuta impiegando oltre 110 ettari di terreno, con un minore apporto di capitale e tecnologia.

2.16.1 generalità

Il progetto risponde quindi alle migliori pratiche di settore.

Come riporta il Position Paper del Coordinamento Free, *“Nuovo fotovoltaico in ambito agricolo, una scelta green per il paese e per il clima”*:

“Un progetto agro-voltaico deve rispondere ai seguenti requisiti:

- progettazione legata alla specificità dell'area in cui viene realizzato l'intervento. È importante l'integrazione dell'impianto nel contesto rurale e di paesaggio, come peraltro disposto dalle norme vigenti;*
- adozione di criteri progettuali volti non tanto a una riduzione delle superfici occupate quanto al miglior utilizzo delle superfici coinvolte dallo sviluppo dell'impianto (ad es. scelta di impegnare maggiori superfici proprio per garantire il proseguo o l'avvio dell'attività agricola);*
- integrare il quadro di prescrizioni a tutela delle aree agricole, così da garantire che le soluzioni tecnologiche e di installazione vengano scelte tenendo conto della necessità di salvaguardare il suolo e garantire, quanto più possibile, l'uso agricolo delle superfici coinvolte (impianti mono-assiali con inseguimento di rollio, ampiezza minima interfila, ecc.) scongiurando il consumo di suolo fertile;*
- prevedere come elemento premiante la rimessa in produzione di aree considerate marginali o comunque a basso reddito o a scarsa vocazione agricola”⁹.*

⁹ - <http://www.free-energia.it/wp-content/uploads/2020/11/Position-Paper-Fotovoltaico-Agricolo.pdf>

Nello specifico, considerate le condizioni pedoclimatiche del luogo e l'orografia del terreno si è pensato di avviare impianto ulivicolo ad alto rendimento e con la collaborazione un operatore specializzato che ha una quota del mercato nazionale del 27%.

L'uliveto sarà tenuto a siepe e ad altezza standard di 2,2/2,5 metri in modo da consentire una raccolta meccanizzata.



Figura 91 - Esempio di uliveto superintensivo in fase di raccolta

Come già visto, **il principale elemento caratterizzante il progetto è dato dall'innovativo modello di interazione tra due investitori professionali e di livello internazionale:**

- il primo, Pacifico Lapslazzuli, uno che rileva il suolo, realizza l'investimento fotovoltaico e lo gestisce, richiedendo le prescritte autorizzazioni;
- il secondo, di pari livello se non superiore, Oxy Capital, che realizza l'investimento agricolo, incluso opere accessorie, e garantisce la produzione e la commercializzazione attraverso la società **Olio Dante**. Oxy Capital è un operatore di Private Equity Sud Europeo (presente in Italia ed Iberia) con una filosofia d'investimento volta alla creazione di valore attraverso una crescita sostenibile a medio termine. Oxy Capital nutre una forte esperienza nel settore, avendo investito (ed attualmente gestendo) in Portogallo oltre 2.000 ettari di oliveti superintensivi integrati in una completa filiera produttiva, di cui ca 1.300 ettari per il progetto *Rabadoa*.

La struttura dei rapporti di investimento è esemplificata nella seguente immagine:

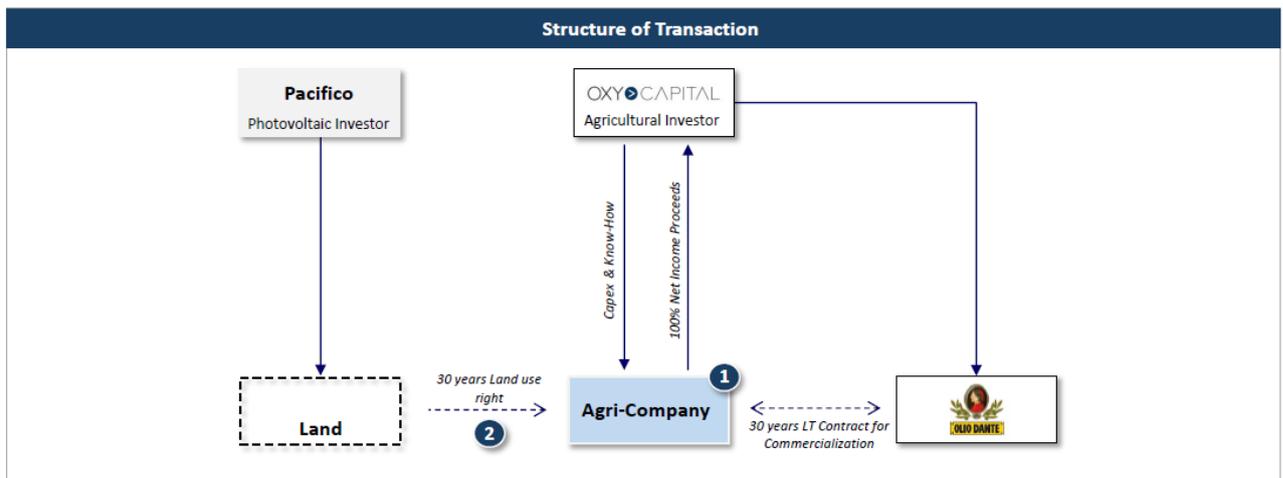


Figura 92 - Schema dei rapporti di investimento

		
Investitore elettrico e proponente	Acquirente olive e partner industriale	Investitore parte agricola

La cosa più importante è che entrambi gli investimenti sono ottimizzati per produrre il massimo risultato a parità di superficie impiegata, senza compromessi. **In conseguenza entrambe le unità di business sono redditive secondo standard internazionali e reciprocamente autosufficienti.**

2.16.2 Origine e diffusione

L'olivo è una pianta originaria del medio oriente che si è perfettamente adattata da millenni al nostro clima e condizioni.

Columella, scrittore romano di agricoltura, nel suo «De Rustica» sosteneva che “Olea prima omnium arborum est” (I sec. D.c.), cioè, “L'Ulivo è il primo tra tutti gli alberi”.

Sacro ad Atena (Minerva nel mondo romano), perché dono della dea agli uomini, ma anche raccolto

ai confini del mondo da Ercole nel luogo che diventerà il bosco consacrato a Zeus, addirittura proveniente dal Paradiso Terrestre secondo una leggenda che lo vorrebbe nato sulla tomba di Adamo, seppellito sul monte Tabor, l'ulivo affonda le proprie radici nella storia stessa dell'umanità e il suo significato si intreccia con i racconti popolari, la mitologia, la poesia e la religione.

È una delle piante arboree da frutto più diffuse al mondo e di origine più antica. Proviene, secondo un'ipotesi accreditata, dall'area geografica compresa tra l'Asia Minore e l'Asia Centrale, dov'era presente più di seimila anni fa.



Figura 93 - Uliveti

Preistoria

Ci sono tracce di olivicoltura sin dalla Preistoria. Nei pressi di Bologna sono stati ritrovate foglie fossili di oleastro (un tipo di piana di ulivo selvatico) risalenti al Terziario, mentre sulla Riviera Francese, nei pressi di Mentone, noccioli di oliva risalenti al Paleolitico. In Spagna e in Puglia, alcuni reperti risalgono al Neolitico. Sul Lago di Garda ritrovamenti dell'Età del Bronzo testimoniano che l'ulivo era già presente nell'alimentazione umana.

Da Creta al Mediterraneo

Testimonianze certe di antichissima coltivazione dell'ulivo nel bacino del Mediterraneo si trovano a Creta, risalenti all'età minoica. Nel 2000 a.C. è già presente in Egitto, mille anni dopo compare in Palestina. Tra l'IX e l'VIII secolo a.C. dai Fenici viene introdotto in tutta la Grecia, a Cartagine e in Cirenaica e, successivamente, gli stessi Fenici lo diffondono in Sicilia. Un secolo dopo raggiunge il Lazio, da dove progressivamente, grazie agli Etruschi, si espande nel centro e in alcune aree dell'Italia settentrionale.

La civiltà cretese deve la sua ricchezza proprio al commercio dell'olio. Nel palazzo di Cnosso sono state ritrovate gigantesche anfore ed enormi depositi per l'olio.



Figura 94- Giare contenti olio

È stato ritrovato anche un libro mastro dell'amministrazione del palazzo, che dà conto dei luoghi di produzione e di destinazione dell'olio prodotto, delle forme di pagamento e della qualità meno pregiata di olio, ricavata dalla sansa che veniva cotta nell'acqua bollente. I libri poi distinguono l'olio destinato all'uso alimentare da quello usato per scopi medici a quello infine destinato ai luoghi di culto.

Sempre a Cnosso, è stata rinvenuta la più antica rappresentazione iconografica che riguarda l'ulivo, raffigurato in un affresco risalente al 1400 a.C. Le navi di Creta erano per la maggior parte dirette in Egitto, dove l'olio veniva usato durante l'imbalsamazione dei defunti: nessuno poteva avvicinarsi agli dèi dell'oltretomba se non aveva il corpo unto di olio d'oliva.

A spiegare l'importanza dell'olio di oliva nell'antichità è anche il fatto che la luce nell'antichità dipendeva dall'olio che bruciava nelle lampade (il così detto olio lampante).

Dalla Grecia a Roma

In Grecia l'olio non era meno importante. L'ulivo era ritenuto pianta sacra dedicata alla dea Minerva; Omero ci racconta come Ulisse avesse costruito il talamo nuziale con il legno dell'ulivo, mentre uomini e cavalli delle saghe omeriche traevano forza dall'effetto balsamico dell'olio. Ancora, sull'acropoli vi era un ulivo centenario venerato dagli ateniesi, poiché si credeva che la stessa Minerva lo avesse piantato: i suoi rami erano utilizzati per intrecciare ghirlande per gli eroi e l'olio estratto dalle drupe degli ulivi che ricoprivano le pendici del Partenone veniva offerto in premio ai vincitori dei giochi Panatenei.

Tra il VI e il IV secolo la diffusione intensiva dell'olivicoltura coprì l'area centrale della penisola italiana grazie alle navi dei fenici, l'ulivo è diffuso anche sulle monete dell'epoca.

La massima diffusione dell'olivicoltura nel bacino del Mediterraneo si deve ai romani. Non appena si stabilivano le legioni, venivano piantati ulivi, viti e grano. I romani si ungevano il corpo con l'olio per renderlo più vigoroso, mentre durante l'inverno era utilizzato dai soldati per proteggere la

pelle dal freddo.

Verso il 100 a.C. il commercio e la produzione di olio erano così diffusi che cominciarono a sorgere le prime corporazioni di oleari, sia in Grecia che a Roma. Plinio, che visse verso la metà del I sec. d.C., sosteneva che in Italia si commercializzasse il miglior olio al minor prezzo. Erano già avanzati gli studi sull'olivicoltura circa la natura del terreno, l'esposizione, il clima, la propagazione per talea o per innesto, la distanza da interporre tra albero e albero; c'era già una classificazione delle olive, c'erano già dei criteri prediletti per la frangitura delle drupe e per la conservazione ottimale dell'olio; addirittura si stabiliva che l'olio di oliva prodotto dalla frangitura di olive non ancora mature fosse migliore; si faceva infine già distinzione tra gli oli sapidi della Sabina e quelli leggeri della Liguria.

Dal Medioevo al Rinascimento

È proprio la caduta dell'Impero Romano a determinare in Italia una crisi nell'olivicoltura, che subisce il colpo definitivo con le invasioni barbariche. L'olio di oliva torna a essere una merce rara e pregiata, il cui consumo è riservato principalmente a un uso liturgico. Dal tardo Impero la storia del Mediterraneo volge verso un periodo di guerre tanto che intorno all'anno Mille l'olio diventa un bene rarissimo.

Se l'ulivo riesce a sopravvivere al Medioevo e ad arrivare fino a noi, lo si deve all'opera degli ordini religiosi Benedettini e Cistercensi. Sono proprio le comunità monastiche che danno impulso all'agricoltura a partire dall'anno Mille, bonificano i terreni dalle acque e mettono a dimora nuove piante di vite e ulivo. A partire dal XII secolo, la pianta assume dignità e importanza di "coltura da reddito".

Ulivo e vite sono protagonisti nel Rinascimento. Il governo mediceo di Firenze sarà il primo in Italia a intuire l'importanza dell'olivicoltura. I Medici danno grande impulso a questa coltivazione, concedendo gratuitamente vaste estensioni di terreno collinare a patto che vi vengano piantati anche degli ulivi.

L'olio durante l'Illuminismo

Il secolo XVIII è il secolo d'oro dell'olivicoltura nazionale: studi, trattati, produzioni incentivate e l'Italia è produttrice dei migliori oli. Nel 1830 papa Pio VII garantisce un premio in denaro per ogni ulivo piantato e curato sino all'età di diciotto mesi. L'olivicoltura comincia ad essere conosciuta anche all'estero. Russia, Inghilterra e Francia sono i maggiori importatori di olio italiano. La popolazione cresce, l'olio è presente in casa sia sulla tavola che per i vari usi quotidiani. Nell'industria l'olio viene richiesto soprattutto nei settori del tessile, della lana e del sapone. La coltura dell'ulivo diventa un ottimo investimento, e ne viene incentivata la produzione.

Vengono bonificate intere aree del Meridione, per essere coltivate a ulivi a perdita d'occhio.

L'olio dall'Ottocento ai giorni nostri

Nel XIX secolo la coltivazione dell'ulivo si estende sempre di più: l'olio viene usato per le lampade, nell'industria sempre più fiorente e sulle tavole di una popolazione in crescita.

Gli alberi d'ulivo vengono ritenuti sempre di più un solido investimento e l'olivicoltura incoraggiata. Dalla seconda metà del secolo, in seguito a un'epidemia che colpisce le piante, e a condizioni climatiche avverse in alcune zone dell'Italia meridionale gli ulivi vengono abbattuti e usati come legna.

La produzione cala e per diversi anni resta stazionaria.

Dagli anni Trenta in avanti, grazie a leggi che promuovono l'olivicoltura in tutta Italia, la produzione di olio ricomincia a crescere, fino a dopo la Seconda Guerra Mondiale, quando la cucina tradizionale italiana viene ritenuta troppo povera rispetto a quella d'oltreoceano, e il burro ritenuto più nobile dell'olio. La produzione di margarina aumenta e invade le tavole degli italiani. L'uso dell'olio d'oliva cala considerevolmente, perché non di moda.

Finché verso gli anni '80, con la riscoperta di cibi più naturali e genuini, l'olio extravergine di oliva diventa di nuovo protagonista sulle tavole degli italiani, e la [dieta mediterranea](#) che si diffonde anche all'estero riporta l'olio evo al suo giusto splendore.

Nel Mediterraneo l'ulivo ha finito per costituire una dominante del territorio, oltre che, unitamente al frumento e alla vite, un simbolo della cultura, del costume e dell'economia: vi si produce, infatti, il 95% del raccolto mondiale, prime fra tutte la Spagna e l'Italia, ma anche Grecia, Turchia e Tunisia. Verso la metà del Novecento l'ulivo è giunto anche nelle Americhe, in Africa meridionale e in Estremo Oriente.

2.16.3 Olivicoltura italiana tra tradizione e modernità

L'Olivicoltura italiana rappresenta una parte importante e tipica dello scenario agricolo mediterraneo; d'altronde per le particolari condizioni strutturali del nostro territorio, la nostra Olivicoltura è condizionata da una forte frazionamento e da giaciture molto difficili soprattutto nel centro Italia dove istituzioni come la mezzadria hanno fortemente limitato l'impiego e quindi lo sviluppo della meccanizzazione. Pur vantando una tradizione millenaria e rappresentando una delle attività più interessanti nel panorama agricolo nazionale, l'Olivicoltura ha una superficie media aziendale molto bassa. Molteplici sono le funzioni a cui adempie: fra queste, quella paesaggistica, icona fondamentale del nostro territorio in tutto il mondo, e quella di tutela ambientale e di presidio nelle zone marginali. Ciò che in molti casi sostiene ancora il mantenimento dell'oliveto è la passione che caratterizza i

coltivatori italiani. L'Olivicoltura tradizionale, infatti, mantiene ancora il forte legame fra piccola struttura aziendale e la tradizione rurale (spesso derivante dalla mezzadria); ciò è particolarmente evidente nella raccolta e nella frangitura delle olive, che rappresenta un momento di aggregazione per le famiglie è che è rimasto l'unico ed ultimo dei quattro eventi sociali che caratterizzano annualmente la società contadina: la fienagione, la mietitura e la battitura, la vendemmia, la raccolta e la frangitura delle olive.

Oggi l'Olivicoltura italiana guarda "al futuro" attraverso a nuovi metodi di gestione si sta passando infatti, da un sistema a poche piante per ettaro a sesti d'impianto che virano verso un sistema di oliveto di tipo intensivo o superintensivo, con un numero di piante ad ettaro che varia tra 400 a 600 piante ad ettaro nel primo caso e da 700 a 2.500 nel secondo.

L'Olivicoltura intensiva assicura una remuneratività economica maggiore rispetto a quella tradizionale e una resa migliore; anche se la potatura viene eseguita ancora manualmente, la raccolta pianta per pianta è meccanizzata.

Nella olivicoltura "superintensiva", invece, irrigazione a goccia, potatura e raccolta sono tutte meccanizzate, ottenendo un abbattimento dei costi di gestione che può arrivare al 70%.

2.16.4- Olivicoltura in Sardegna

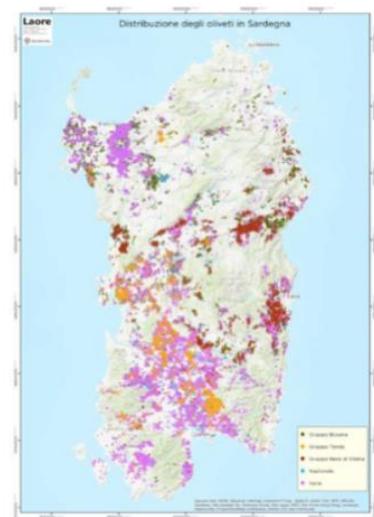
L'olivicoltura sarda ha migliaia di anni di storia. Ma si sta rinnovando, introducendo nuovi impianti a coltivazione irrigua, con rese molto migliori e finalizzati a produzioni di qualità.

Dei 379 comuni della regione il 94% è interessato dalla coltivazione dell'ulivo, in particolare nel Sud Sardegna.

La regione prevede una produzione complessiva di 60.000 quintali d'olio, contro i 45.000 di due anni fa. Complessivamente sono coltivati circa 73.000 ettari che sta vedendo sempre più l'introduzione di impianti superintensivi.

Si parla di circa 6 milioni di piante, tra queste 3,5 milioni sono cultivar Bosana.

Sono presenti anche oltre 100 frantoi.



2.16.5 - Caratteristiche e tecniche della soluzione superintensiva proposta

Come abbiamo già visto la componente agricola del progetto prevedrà un uliveto superintensivo coltivato a siepe e tenuto all'altezza standard per una raccolta e potatura meccanizzata (tra 2,2 e 2,5 mt).

Gli oliveti superintensivi sono ottimali per l'associazione con la produzione elettrica, infatti:

- massimizzano la produzione agricola a parità di superficie agricola utilizzabile;
- hanno un andamento Nord-Sud analogo a quello dell'impianto ad inseguimento;
- per altezza e larghezza sono compatibili con le distanze che possono essere lasciate tra i filari fotovoltaici senza penalizzare eccessivamente la produzione elettrica (che, in termini degli obiettivi del paese è quella prioritaria), né quella olivicola;
- la lavorazione interamente meccanizzata, sia in fase di raccolta come di potatura, minimizza le interazioni tra uomini e impianto in esercizio;
- si prestano a sistemi di irrigazione a goccia e monitoraggio avanzato che sono idonei a favorire il pieno controllo delle operazioni di manutenzione e gestione.

La distanza tra i tracker è stata calibrata per consentire un **doppio filare** di olivi, nel canale libero e disponibile tra due tracker, in modo da garantire una produzione elevata per ettaro. La distanza interna tra le due siepi è stata fissata a 3 metri, mentre la larghezza di ciascuna a 1,25 metri. Il sesto di impianto è dunque 3 x 1,33 x 2,5.

L'utilizzo di macchine scavallatrici di ultima generazione consentirà di contenere le operazioni di raccolta delle olive, fase critica per il corretto funzionamento integrato dell'impianto complessivo (come specificato nelle "Linee Guida") in circa 2 ore per ha e perdite di prodotto inferiori del 5% a quelle della raccolta convenzionale.

Dei circa 80 ettari di terreno utilizzabile per l'impianto agrofotovoltaico (area recintata) la superficie occupata materialmente dall'impianto ulivicolo sarà quindi pari a 44 ettari (55% del totale), mentre **il numero di piante sarà 73.630.**

L'interasse tra la struttura e l'altra dei moduli è di 11 metri, lo spazio libero tra i moduli varia quindi da un minimo di 5,78 metri nelle ore centrali del giorno, ad un massimo di 8 metri con i moduli in verticale. Questa caratteristica è stata calibrata per consentire il passaggio alle macchine trattrici, sapendo che le più grandi in commercio non sono più larghe di 2,50 metri.



Figura 95 - Particolare del modello 3D in posizione orizzontale (ore 13.00)

L'impianto fotovoltaico è diviso in cluster individuati nel Protocollo di Operatività e nei documenti di Manutenzione e Gestione come un'unità composta da una sezione composta da file di inseguitori e siepi di oliveto quanto più possibile idonee a rendere efficiente una operazione sugli uni o gli altri. Le sezioni sono delimitate da cavidotti e percorsi di viabilità interna. Dal punto di vista olivicolo saranno composti da almeno 6 filari continui.

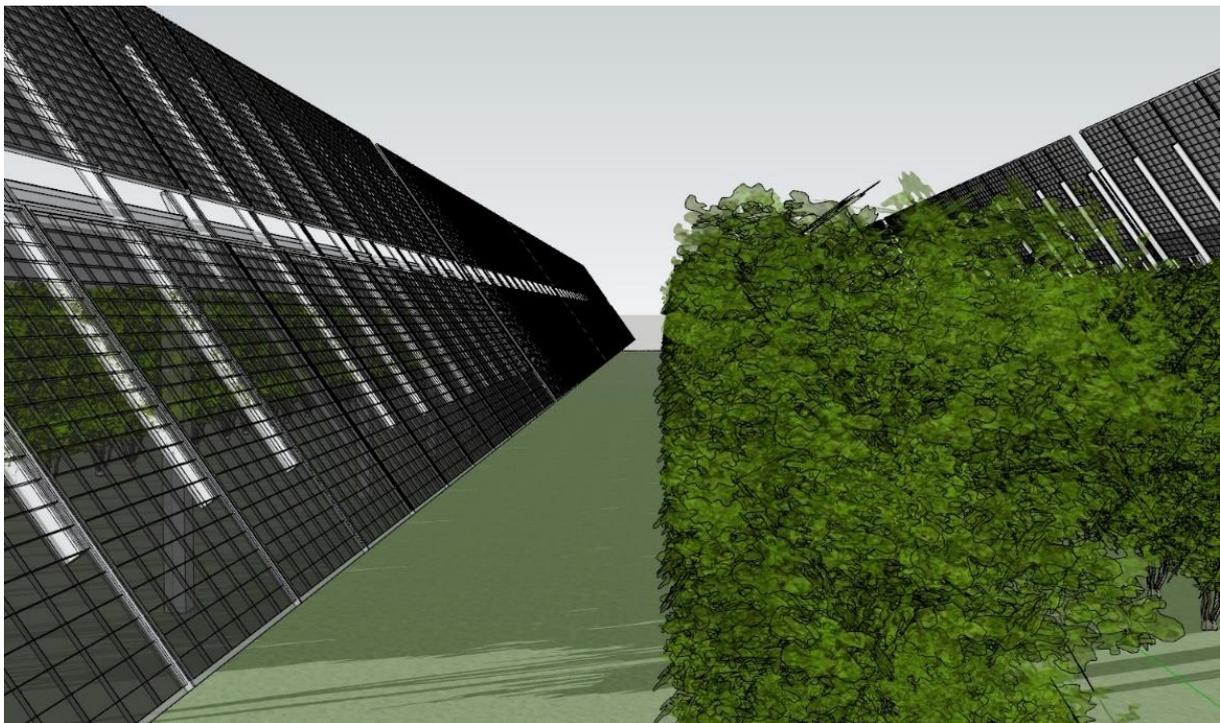


Figura 96 - Particolare del modello 3D in posizione verticale (ore 18.00)

2.16.6 – Regole operative interfaccia agricolo/fotovoltaico

Lo schema garantisce l'integrazione efficiente tra il sistema olivo e fotovoltaico. A tal fine, inoltre, sono state definite le seguenti clausole:

1. Quando un operatore entra con un macchinario all'interno dei filari, ai fini della sicurezza sul lavoro e dell'agevolazione delle attività di manutenzione i pannelli devono essere orientati con un'inclinazione massima di 55 gradi.
2. In particolare, è preferibile che durante le attività operative gli inseguitori vengano posizionati rispettivamente con una inclinazione di +55° e -55° in modo tale da escludere qualsiasi tipo di contaminazione accidentale da parte di polveri. In questo modo, il trattore, passando nell'interfila tra i due pannelli inclinati in maniera opposta verrà a contatto solamente con la parte inferiore dell'inseguitore evitando di sporcare la superficie superiore adibita alla ricezione dei raggi solari.
3. Non è importante disattivare l'impianto durante i lavori di gestione e manutenzione del terreno dal momento che i moduli fotovoltaici rimangono in tensione e continuano a produrre corrente continua. La tensione a cui sono sottoposti i pannelli viene chiamata 'tensione a vuoto' ed è presente quando c'è irraggiamento e anche se gli inseguitori non sono connessi.
4. Su comunicazione da parte dei gestori dell'impianto olivicolo il giorno anteriore allo svolgimento delle operazioni colturali, saranno comunicati i settori e le ore di intervento per le operazioni colturali con un buffer di tempo predefinito di 15 minuti per passaggio in ogni singola sezione.
5. La nomenclatura dei singoli lotti/sezioni dell'impianto fotovoltaico sarà condivisa dalla parte gestore dell'impianto olivicolo al fine di uniformare i gestionali e le modalità di comunicazione tra le due parti, ivi compreso identificazione punti di pericolo, in formato digitale e georeferenziati.
6. E' fatto carico alla parte fotovoltaica l'implementazione di eventuali strumenti o ausili informatici per la comunicazione e la gestione del flusso di dati tra ambo le parti.

Il layout dell'impianto prevede, inoltre, nella piastra P3A, un accesso indipendente dovuto all'aggiunta di una recinzione bassa dell'altezza di 1,5 metri. Tale recinzione è stata inserita per la presenza, in quella parte del terreno, di due impianti distinti dal punto di vista elettrico che saranno presentati con due protocolli distinti.

Per minimizzare le interferenze tra le due attività, inoltre:

1. I cavidotti in fase di realizzazione saranno installati ad una profondità di 1,4-1,6 mt per quanto riguarda quelli di media tensione (colore rosso) e di 1,1 mt per quanto riguarda quelli di bassa

tensione (colore blu). Tale profondità non creerà alcuna interferenza con l'installazione dell'impianto di irrigazione, le quali tubazioni principali lungo la strada verranno installate ad una profondità di **60-70** cm, mentre quelle per la testata delle ali gocciolanti ad una profondità di **50-60** cm

Lo schema seguente illustra le attività operative standard e le possibili interferenze con l'impianto fotovoltaico.

#	Attività	Descrizione	Possibili interferenze	Mitiganti
1	Dinamica crescita siepe	- Crescita verticale della siepe - Crescita laterale della siepe	Impatto sul cono d'ombra dei pannelli	Crescita verticale della siepe avviene solitamente nel periodo aprile-luglio - Prevista un'attività di potatura a fine Luglio e una eventualmente a Giugno Crescita laterale della siepe di circa 10 cm durante l'anno - previsto quindi potatura dopo la raccolta
2	Raccolta delle olive	Operazione di coglitura olive	Nessuna	Nessuna
3	Gestione del terreno	Operazioni di trincia e diserbo chimico per la manutenzione del terreno	Presenza di elementi infestanti che potrebbero sporcare i pannelli	Utilizzo di macchinari con barre con ugelli anti deriva e di trince con ruote specifiche che permettono di evitare l'emissione di polveri di qualsiasi genere
4	Gestione fitosanitaria	- Trattamento delle piante mediante fungicidi ed insetticidi	Creazione di derive e polveri che potrebbero sporcare i pannelli	- Utilizzo di prodotti dell'agricoltura biologica per trattamenti insetticidi - Utilizzo di un apposito atomizzatore con sistema anti-deriva - Installazione di un sistema di autocontrollo onde evitare rischi di derive accidentali - Posizionamento dei pannelli con inclinazione di 55 ° - Pulizia dei pannelli a Novembre immediatamente dopo l'ultimo trattamento fitosanitario e la raccolta
5	Manutenzione e pulizia	Operazioni di manutenzione e pulizia dei pannelli	Potenziale impatto sul sistema agricolo	- Utilizzo esclusivo di acqua demineralizzata e somonizzata - Utilizzo di macchinari oggetti a compliance - Attività di svuotamento delle tubature dell'impianto di irrigazione per la sostituzione dell'acqua dei pozzi con l'acqua mineralizzata

Figura 97 - Schema attività ed interferenze



Figura 98 - Esempio attività di raccolta

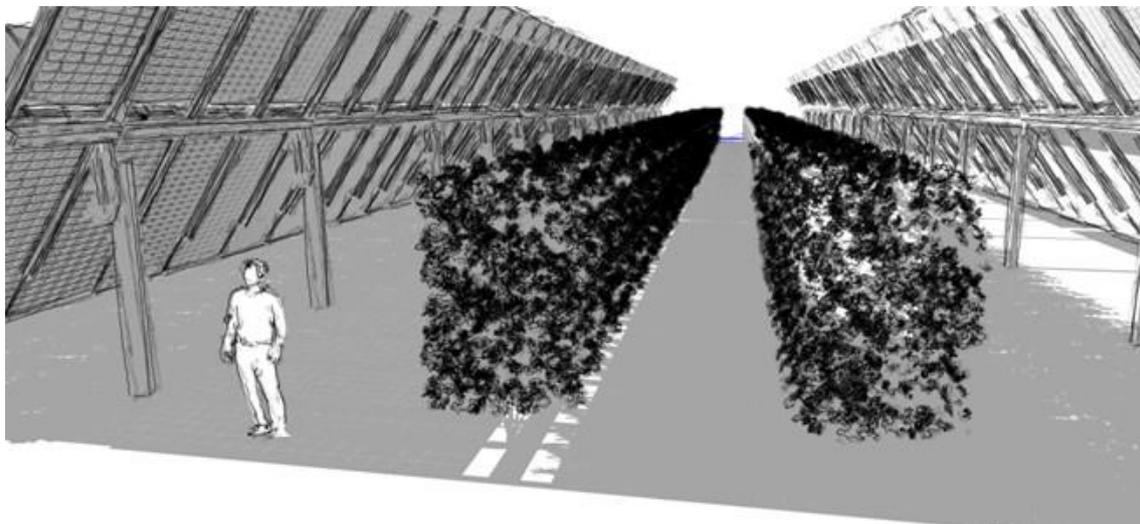


Figura 99 - schema alternanza filari FV e doppi filari ulivicoli durante la raccolta

2. Il dimensionamento dell'impianto fotovoltaico tiene conto delle caratteristiche e necessità dell'oliveto: il filare dell'oliveto non dovrà subire interruzioni se non rappresentate da viabilità interna di servizio e avere spazi di manovra alla fine del filare di almeno 8 metri per le capezzagne.
3. Sempre per motivi di efficienza operativa è essenziale che l'operatore entri ed esca dalla fila in pochi minuti. La velocità delle trattrici agricole è pari a minimo circa 0,8/1,5km ad ora per un massimo di 10 km/h, salvo contare eventuali fermi macchina dovuti a imprevisti di diversa natura: quali rotture delle attrezzature portate o trainate o della stessa trattrice.
4. Per la caratteristica delle operazioni colturali eseguite nell'oliveto e per la tipologia di attrezzature scelte non è possibile una volta entrati nel filare eseguire operazioni di retromarcia, non è possibile pertanto apporre ostacoli all'interno dell'interfila degli oliveti.
5. Sui cavidotti di bassa tensione (linee blu nella mappatura) con profondità di ca. 1,1 cm e sui cavidotti di media tensione (linee rosse nella mappatura) con profondità di ca. 1,40 mt si potrà transitare con dei macchinari con un peso massimo di 300 quintali e, qualora ce ne sia bisogno, anche piantumare.
6. Sul terreno dell'impianto verranno situate delle piazzole occupate dalle cabine inverter in calcestruzzo o metallo (3mt x 6/12mt) con delle ventole ad areazione forzata per il raffreddamento dei trasformatori.
7. Tra la piantumazione e le aree di mitigazione che segnano il confine dell'impianto dovranno essere presenti sempre almeno 10 metri di spazio libero per il transito dei macchinari apposti per la gestione delle attività operative

Per migliorare la resa e l'aroma dell'olio prodotto nella mitigazione, in adiacenza all'impianto agrovoltaiico, saranno disposte le seguenti piante:

- *Corylus colurna* (nocciolo)
- *Prunus dulcis* (mandorlo)
- *Rosmarinus officinalis* (rosmarino)
- *Olea europea selvatica* (olivo selvatico)

2.16.7 - Analisi del terreno

Il terreno è stato opportunamente campionato durante la fase progettuale della coltura effettuando sistematici prelievi di terreno ogni 100-200 metri lineari. Una volta identificati i punti di prelievo, opportunamente picchettati e georeferenziati, in modo da poter ottenere delle informazioni confrontabili nel tempo, si è proceduto allo scavo attraverso idoneo escavatore meccanico per



raggiungere la profondità di 70-100 cm e prelevare il campione di terreno all'altezza di 30-50 cm, profondità idonea che verrà interessata dalla colonizzazione delle radici della pianta.

Il terreno è risultato essere di medio impasto, tendenzialmente all'argilloso per il 90% della superficie, con un franco di coltivazione importante superiore al metro di profondità, e solo in 2 piccole aree circoscritte si raggiungono solo 60 cm di profondità, che tuttavia per un oliveto ad alta densità sono sufficienti. I valori di ph, calcare attivo totale e sostanza organica, superiore in media all'1%, sono nella norma, predisponendo ad un corretto sviluppo dell'apparato radicale.

Il cultivar prescelto è "Oliana" che per le sue caratteristiche agronomiche e commerciali è stato definito dai progettisti della parte agricola in linea con le finalità del relativo investitore. Si tratta, infatti, di una pianta a basa vigoria, compatta, con minimi costi di potatura e idonea alla piantagione di alta densità fino alle 3.000 piante per ettaro. Ha inoltre una tolleranza media alla *macchia fogliare dell'Olivo*, una fitopatologia che attacca le foglie. Entra in produzione molto velocemente, ha elevata produttività e ha buone qualità organolettiche dell'olio, fruttato medio, leggermente amaro e piccante e molto adatto alla grande distribuzione.

Tra le file saranno disposte miscele di erbe di tipo riseminanti per ottenere un prato permanente che interessi almeno $\frac{3}{4}$ della superficie interessata dalla coltivazione e l'intera superficie sotto i pannelli. Saranno privilegiate a questo fine graminacee e azotofissatrici di bassa dimensione quali trifoglio

subterraneo per unire alla funzione di gestione del suolo anche quella di apportare azoto al terreno quale elemento indispensabile alla crescita delle stesse piante. L'inerbimento controllato a differenza di quello spontaneo permetterà di controllare meglio la esecuzione di tutte le opere di gestione ordinaria riducendo in numero di interventi e riducendo il rischio di accidentali sversamenti di polveri nel sistema.

Di seguito lo schema dell'impianto ulivicolo messo a dimora.

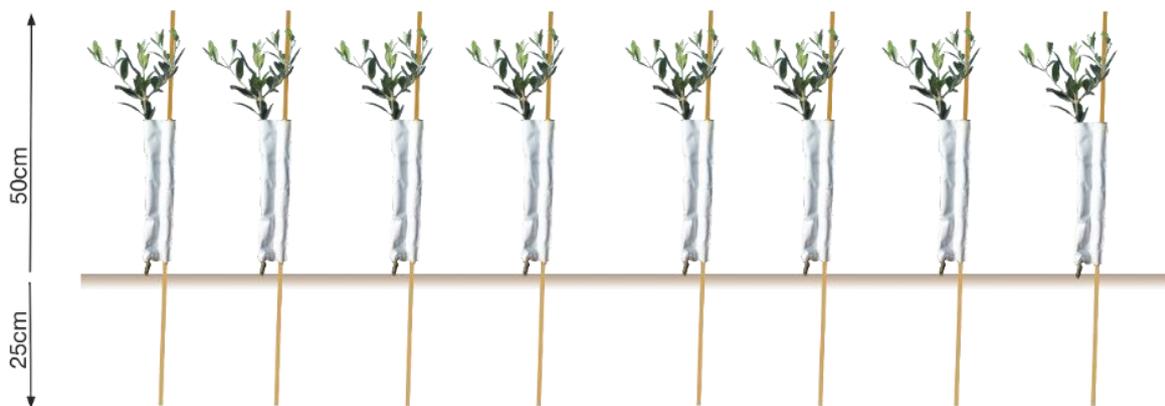


Figura 100- Schema di impianto ulivicolo a dimora

Lo studio dell'ombreggiamento è stato condotto con particolare cura. Si è stimato che nei mesi da maggio ad agosto, cruciali sia per la produzione elettrica come per la produttività agricola, tutto l'impianto ulivicolo avrà una esposizione in pieno sole tra le 6 e le 8 ore. Nel periodo autunnale ed invernale tale condizione peggiora per cui il cultivar è stato selezionato tra quelli che svolgono il ciclo riproduttivo nel periodo primaverile e maturano all'inizio dell'autunno.

Come viene evidenziato da una crescente letteratura in materia, l'ombreggiamento creato dai moduli è svantaggiosa nel periodo invernale (per cui occorre una pianta che arresta la sua crescita in tale periodo), ma riduce l'evotraspirazione estiva, consentendo quindi una decisa ottimizzazione dell'apporto idrico.

L'Oliana raggiunge al massimo i 2,5 metri di altezza (e quindi non rischia di ombreggiare i pannelli) e rimane ferma nei mesi invernali, da settembre a marzo. In tale periodo sarà quindi ridotta a 2,2 metri in modo che nel periodo successivo possa riguadagnare da 20 a 30 cm. La potatura avverrà a fine luglio. La larghezza potrebbe crescere di 7/10 cm durante l'anno e quindi a novembre sarà effettuata un'altra operazione di potatura, subito dopo la raccolta.

I rami bassi, entro 40-50 cm da terra non possono essere raccolti dalle macchine e quindi la parete produttiva partirà da 50 cm. Per cui nei primi due anni sarà effettuata una pulizia dei rami bassi con apposite macchine tagliatrici.

La raccolta delle ulive sarà compiuta meccanicamente a raggiungimento della maturità delle drupe, tra metà ottobre e inizio novembre. Si adopereranno macchine vendemmiatrici modificate con kit olivo e trattatrice agricola con rimorchio per lo scarico. La macchina lavora ad una velocità tra 1 e 3 km/h e sopporta una pendenza massima del 22%.



Sotto le file sarà compiuta una operazione di diserbo chimico con tre trattamenti annui e tre operazioni di trincia nell'interfila (aprile, giugno, settembre).

Le attività fitosanitarie prevedono 4 trattamenti fungicidi all'anno e 2 insetticidi.

I trattamenti insetticidi vengono effettuati mediante *prodotti che rientrano nell'agricoltura biologica* e che pertanto non arrecano danni né ai pannelli fotovoltaici né all'ambiente. Per i trattamenti fitosanitari dei mesi di settembre ed ottobre, invece, verranno utilizzati fungicidi mescolati ad acqua, che, pur non arrecando danni ambientali, potrebbero creare derive e polveri che possono appoggiarsi sui pannelli, creando opacità ed una conseguente diminuzione nel rendimento del pannello stesso.



Al fine di evitare che tali residui possano danneggiare l'impianto fotovoltaico sono stati protocollati i seguenti mitiganti:

- Verrà utilizzato un apposito atomizzatore con sistema anti-deriva, mediante la presenza moduli di recupero che permettono il recupero dell'acqua in eccesso, per non arrecare danni alle superfici fotoassorbenti dei pannelli.
- Per ovviare ai casi in cui una parziale deriva possa essere scaturita da eventi esterni ed/ o imprevisti come potrebbe vento, l'incapacità dell'operatore o altre eventualità, è prevista l'installazione di un sistema interno di autocontrollo (o mediante sensori) che permetterà al manutentore di operare in assenza di rischi di derive.

- In ogni caso, durante le attività di manutenzione/ gestione del suolo e dell'impianto agricolo, la parte della struttura contigua alle operazioni sarà disconnessa e tenuta con una inclinazione di 55°. In questo modo, la deriva potrà eventualmente intaccare solo le superfici inferiori dei pannelli.
- Il livello di produzione dell'impianto fotovoltaico verrà comunque monitorato giornalmente da un sistema di controllo, il quale avvertirà un eventuale necessità di effettuare un'attività di pulizia ulteriore dei pannelli a causa dei detriti generati.



Tutti i prodotti utilizzati rientrano all'interno delle *Linee guida nazionali di produzione integrata delle colture: sezione difesa fitosanitaria e controllo degli infestanti*, redatto a Novembre 2020 dal GDI ed approvato nello stesso mese dall'Organismo Tecnico Scientifico del "Ministero delle Politiche Agricole, Alimentari e Forestali".

In ogni caso, non saranno inoltre utilizzati prodotti a base di zolfo che potrebbero danneggiare le superfici del pannello.

L'impianto di irrigazione sarà spurgato 3 volte all'anno.

2.16.8 Molini in provincia di Sud Sardegna

I molini in provincia Sud Sardegna saranno interessati dalla prima molitura delle olive prodotte, al termine della frangitura il prodotto (olio) sarà inviato agli stabilimenti di Olio Dante S.p.a. a Montesarchio (BN), per l'imbottigliamento, la conservazione sotto azoto e la commercializzazione.

Nel territorio sono presenti importanti frantoi:

- Frantoio Oleario Medio Campitano,
- Frantoio Oleario il conte,
- Oleificio Caddeo Ignazio,
- Frantoio Foddi,
- Oleificio Talloru,

- Oleificio Prati,
- Oleificio Spiga,
- Oleificio Fratelli Serreli,
- Frantoio Oleario F.lli Marras,
- Frantoio Rubiu,
- Frantoio Sa Semidana,
- Oleificio Villa d'Orri,



Figura 101 – Frangitura delle olive



Figura 102 - Olive durante la selezione



Figura 103 - Storica pubblicità al "Carosello" (1962) dell'Olio Dante



Figura 104 - L'impianto di produzione di Olio Dante

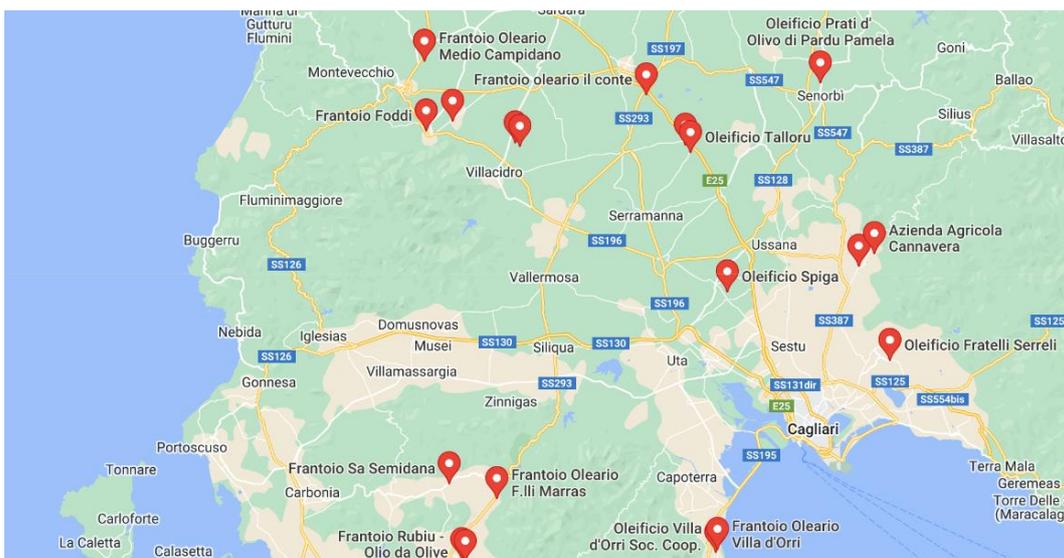


Figura 105- Frantoi in Sud Sardegna

2.17 Progetto agronomico produttivo: apicoltura

2.17.1 Generalità

Parte integrante del progetto è affidato all'*apicoltura* che ci permette di raggiungere più obiettivi: dalla produzione di miele all'aumento di biodiversità, dall'aumento della resilienza degli alveari alla diffusione di conoscenza e apprezzamento verso le api a sostegno di una cultura più vicina alla natura.

Come sottolinea Stefano Palmisano, avvocato ambientale e alimentare, nell'articolo "La tutela delle api"¹⁰ (blog Micromega) "Circa l'84% delle specie vegetali e il 78% delle specie di fiori selvatici nell'Unione Europea dipendono dall'impollinazione. Quindi, anche e soprattutto dalle api. Almeno una specie su dieci di api e farfalle in Europa è a rischio di estinzione. Basterebbe questo dato per illustrare lo stringente bisogno di tutela di questi insetti". Conferma questo dato il recentissimo Rapporto dell'EFSA sulla mortalità delle api in Europa¹¹.

Le api tendono a scomparire in natura, e sopravvivono, riuscendo a svolgere la loro attività, ormai quasi solo quando supportate dall'attività dell'uomo.

Le cause sono molteplici:

1. Cambiamenti climatici, che alterano la produzione di nettare dei fiori;
2. Utilizzo di pesticidi in agricoltura;
3. Presenza endemica di parassiti, come la Varroa;
4. Altre malattie, come pesti del miele, virosi o batteri;
5. Perdita di habitat causati dalle monocolture;
6. Predatori, come la vespa velutina e i gruccioni.

Più in particolare, come scrivono in *3bee.it*, la moria delle api ha iniziato effettivamente a destare preoccupazioni a partire dagli anni 2000, da quando si è iniziato a registrare una vera e propria sparizione di intere colonie. Tuttavia, il fenomeno non è ristretto a quegli anni e non è limitato alla sola *Sindrome da spopolamento degli alveari (SSA)*. Negli USA, tra il 1947 e il 2005, si è perso il 59% delle colonie di api, mentre in Europa, dal 1985 al 2005, il 25%.

¹⁰ - Stefano Palmisano, "La tutela penale delle api, note a margine di un procedimento pilota", Originariamente Micromega, ora qui (<https://iustlab.org/stefano.palmisano/la-tutela-penale-delle-api-note-a-margine-di-un-procedimento-pilota/>)

¹¹ - Si veda <https://www.efsa.europa.eu/en/supporting/pub/en-1880>

Secondo i dati STEP (Status and trends of European pollinators), solo in Europa il 9,2% delle 1965 specie di insetti impollinatori sta per estinguersi, mentre un ulteriore 5,2% potrebbe essere minacciato nel prossimo futuro. Tenendo conto che l'70-80% delle piante esistenti dipende dall'impollinazione delle api, e, a valle, molti animali (come uccelli o pipistrelli) che se ne nutrono, si capisce quanto la portata del fenomeno può essere devastante. La Ue ha qualificato il danno dell'eventuale scomparsa in 22 miliardi di euro a carico dell'agricoltura. Le cause sono molteplici e interconnesse l'una all'altra. Più dettagliatamente, con la sola attenzione alle piante da frutto o comunque utilizzate nell'alimentazione umana, si tratta di mele, noci, mandorle, frutti di bosco, pomodori, cetrioli, caffè, cioccolato e molte altre, secondo alcune stime il 52% dei prodotti ortofrutticoli in vendita nei supermercati. Oltre il 35% della complessiva produzione agricola (media mondiale, dati FAO¹²). Del resto, il settore pesa in Europa per 14,2 miliardi di fatturato e 620.000 addetti, per 4,3 milioni di alveari produttivi. L'Ong europea BeeLife¹³ sottolinea che le api possono essere anche ottimi indicatori di salute dell'ambiente¹⁴ e le sue relazioni con la PAC¹⁵.

2.17.2 – Apicoltura, cenni storici

Già in epoca preistorica veniva praticata la raccolta del miele, così come è attestato dalla pittura rupestre della «*cueva de la Araña*» (la grotta del ragno) che si trova presso Valencia, in Spagna. Vi si vede un uomo appeso a delle liane che porta un paniere per contenere la raccolta, con la mano infilata in un tronco d'albero alla ricerca del favo di miele.

Non si sa con precisione quando l'uomo imparò ad allevare le api. Tuttavia l'apicoltura era un'attività normale durante l'Antico Regno dell'Egitto, 2400 anni prima di Cristo: scene di raccolta e conservazione del miele sono raffigurate in rappresentazioni riportate alla luce nel tempio del re della V dinastia Niuserra a Abusir. Il mondo classico nutriva una vera predilezione per il microcosmo delle api, di cui parlarono Aristotele, Varrone, Nicandro di Colofone e altri. Presenti nel mito della nascita di Zeus/ Giove, in quanto lo avevano nutrito con il miele sul monte Ditta a Creta, le api erano ammirate perché fornivano una materia prima dolcificante (il miele) a una civiltà che ignorava lo zucchero. Alle api gli antichi guardavano inoltre come modello di società compatta e ordinata.

¹² - Fonte: <http://www.fao.org/news/story/pt/item/1194910/icode/>

¹³ - Si veda <https://www.bee-life.eu/>

¹⁴ - Position paper sul monitoraggio tramite le api https://579f1725-49c5-4636-ac98-72d7d360ac5b.filesusr.com/ugd/8e8ea4_64053c5804d04000ae252d5e4a9c2410.pdf

¹⁵ - Position Paper sulla PAC https://579f1725-49c5-4636-ac98-72d7d360ac5b.filesusr.com/ugd/8e8ea4_d19d71b1d1374afc9d7797204a70ef83.pdf

Soprattutto da questa personalità collettiva delle api è attratto Virgilio, che nel libro IV delle Georgiche, oltre alle circostanze di clima, vegetazione, posizione ecc. adatte all'apicoltura, si sofferma a descrivere con minuzia di dettagli la respublica delle api. Peraltro, il poeta era figlio di un piccolo proprietario terriero divenuto facoltoso tra l'altro mediante l'apicoltura. E sono proprio le api che compaiono sullo sfondo del paesaggio pastorale delle Bucoliche e diventano l'oggetto del libro IV delle Georiche, composte a Napoli tra il 37 a. C. e il 30 a. C. Ma Virgilio inserisce le api anche nel racconto dell'Eneide dove assumono un ruolo fondamentale, messaggere di volontà divina. Le api che come ci ricorda Virgilio nel IV libro delle Georgiche, sono «piccoli esseri che offrono all'uomo il dono celeste del miele», ma ancor più sono ammirate per la loro struttura sociale, quasi un modello di organizzazione, laboriosità e diligenza.

“Così alcune provvedono al cibo e secondo un accordo stabilito si affannano nei campi; una parte, nel chiuso delle case, pone come base dei favi lacrime di narciso e glutine vischioso di corteccia, poi vi stende sopra cera tenace; altre accompagnano fuori i figli svezzati, speranza dello sciame; altre accumulano miele purissimo e colmano le celle di limpido nettare. Ad alcune è toccata in sorte la guardia delle porte e a turno osservano se in cielo le nubi minacciano pioggia, raccolgono il carico delle compagne in arrivo e, schierate a battaglia, cacciano dall'alveare il branco ozioso dei fuchi: ferve il lavoro e il miele fragrante odora di timo. Come fra i Ciclopi, quando con il metallo incandescente forgiano febbrilmente i fulmini, alcuni aspirano e soffiano l'aria con mantici di cuoio, altri fra stridori immergono nell'acqua la lega; sotto il peso delle incudini geme l'Etna; e quelli alternando lo sforzo sollevano a ritmo le braccia, voltano e rivoltano il ferro stretto fra le tenaglie; così, se è giusto confrontare il piccolo col grande, un'avidità istintiva di possedere spinge le api di Cècrope ognuna al suo compito. Alle anziane sono affidati gli alveari, l'ossatura dei favi, la costruzione dell'arnia a regola d'arte; le più giovani invece tornano sfiancate a notte fonda con le zampe cariche di timo; prendono il cibo in ogni luogo, sui corbezzoli e i salici grigi, la cassia, il croco rossastro, il taglio unto e i giacinti scuri. Per tutte uguale il turno di riposo, per tutte il turno di lavoro: la mattina sfrecciano fuori, e non c'è sosta; poi, quando la sera le induce a lasciare campi e pasture, solo allora tornano a casa e pensano a sé stesse; in un brusio crescente ronzano intorno all'arnia davanti alle entrate. Quando infine dentro le celle vanno a riposare, cala il silenzio della notte e un giusto sonno pervade le membra stanche.”¹⁶

Nello stesso poema ci sono le istruzioni all'apicoltore sul luogo adatto per un alveare e l'elenco delle cure che esso richiede. Deve essere posto dove non ci sia passaggio di venti e di animali che pascolando calpestino i fiori, o di uccelli insettivori,

¹⁶ - Virgilio, “Georgiche”, Libro IV

«ma vi siano limpide fonti e stagni verdeggianti di muschio / e un ruscello che corre sottile in mezzo all'erba / e una palma o un grande oleastro ombreggi l'entrata».

Seguono consigli sul modo di costruire le arnie, con tutti gli accorgimenti per evitare che il freddo dell'inverno addensasse troppo il miele.

A primavera le api riprendono liete l'attività:

«quando l'aureo sole allontana l'inverno e lo scaccia sottoterra, / e dischiude il cielo alla luce estiva, le api subito / attraverso balze e selve, mietono fiori purpurei / e lievi delibano limpide acque. Da allora, colme di non so quale dolcezza, / si preoccupano di preparare i nidi per la prole».

Se si alza in volo uno sciame simile a «una nube nera trasportata dal vento», bisogna cercare di catturarlo, invogliando le api a posarsi nel posto opportunamente preparato. Si piantano intorno agli alveari alberi e piante odorose che spargono aromi; sui fiori di quel piccolo giardino le api si posano e poi si nascondono nei più profondo dei nidi delle arnie. A

anche per i filosofi, le api rappresentano esempi di organizzazione del lavoro, Seneca scrive a Lucilio: «Non vedi con quanta precisione le api costruiscono la loro casa, con quanta concordia da parte di tutte ciascuna attende ai rispettivi compiti?».

2.17.3 – L'opportunità ed i casi internazionali

Attualmente, l'altissimo grado di specializzazione, raggiunto in secoli di adattamento, fa delle api il migliore agente impollinatore esistente, impareggiabile per efficienza e scrupolosità nel lavoro svolto quotidianamente. L'apicoltura è inoltre una delle rare forme di allevamento il cui frutto non contempla né la sofferenza né il sacrificio animale e che ha una ricaduta molto positiva sull'ambiente e sulle produzioni agricole e forestali.

In quest'ottica, pensiamo che gli impianti fotovoltaici possono fornire lo spazio necessario a ricreare l'habitat ideale per le api. Nel progetto sarà utilizzato un mix di sementi pensato ad hoc che permetta di ricreare le condizioni ecologiche ideali a sostenere le popolazioni di api, di farfalle e di tutti gli altri insetti utili. Mentre il mantenimento dei suoli, la riduzione ed eliminazione di pesticidi e fertilizzanti, per oltre trenta anni, migliora di per sé la qualità delle acque, aumenta la quantità di materia organica nel terreno e lo rende più fertile per la pratica agricola, una volta che l'impianto sarà

arrivato a fine vita e dismesso. Passare, inoltre, ad una vegetazione ad hoc permette all'azienda di risparmiare sulla manutenzione del terreno, riducendo così il numero di sfalci necessari altrimenti per contenere il tappeto erboso solitamente presente tra i pannelli.

Un siffatto progetto è stato attuato in un'azienda del Minnesota dove i coniugi Bolton posizionano le loro arnie nei prati coltivati tra i pannelli solari, ricevono un compenso per il loro lavoro e alla fine della stagione consegnano ai proprietari del campo una parte del loro prodotto, il miele “fotovoltaico”, il Solar Honey. “*Crediamo nella collaborazione tra l'energia solare e l'apicoltura locale*”, scrivono sul loro sito. “*Vogliamo così promuovere la creazione di nuovi habitat di foraggiamento sia al di sotto che intorno ai pannelli solari, per tutta una serie di impollinatori, uccelli e altri animali selvatici*”¹⁷.



Figura 106 - veduta allegata alla proposta di legge americana

¹⁷ - Solar Honey è stato accompagnato da una apposita legge che, sotto il coordinamento del “Center for Pollinators and energy” (<https://fresh-energy.org/beeslovesolar/>) ha approvato tra il 2016 e il 2018 norme in Minnesota, Maryland, Vermont e Illinois, oltre che New York, i “Pollinator Friendly Solar Act” (<https://nylcv.org/press-item/5128/> vedi anche <https://legiscan.com/NY/bill/A08083/2017>, testo <https://legiscan.com/NY/text/A08083/2017>), dettano linee guida per consentire ai proprietari degli impianti a terra di mantenere prati adatti agli insetti. Le leggi sono basate sullo studio Pee Review “Examining the Potential for Agricultural Benefits from Pollinator Habitat at Solar Facilities in the United States” (<https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.est.8b00020>). Come si legge nello studio: “I seguenti cinque tipi di colture dipendenti dagli impollinatori rappresentavano oltre il 90% dell'agricoltura vicino alle strutture USSE e questi potrebbero trarre il massimo vantaggio dalla creazione di habitat per gli impollinatori nelle strutture USSE esistenti e pianificate: soia, erba medica, cotone, mandorle e agrumi. Discutiamo di come i nostri risultati possono essere utilizzati per comprendere le potenziali implicazioni agroeconomiche dell'habitat degli impollinatori solari. I nostri risultati mostrano che il ripristino dei servizi ecosistemici attraverso la creazione di habitat per gli impollinatori potrebbe migliorare la sostenibilità degli sviluppi di energia rinnovabile su larga scala nei paesaggi agricoli.”



Si riporta dallo studio richiamato nella legge “Pollinator-Friendly Solar Act”, A08083A / S06339A, dello stato di New York, richiamata in nota:

*“... attenzione recente è stata posta sugli sviluppi dell'USSE [impianti fotovoltaici a terra di grande generazione] che integrano misure per conservare l'habitat, mantenere la funzione dell'ecosistema e supportare molteplici usi continui della terra da parte dell'uomo nel paesaggio (di seguito 'compatibilità del paesaggio'). Esistono opportunità per migliorare la compatibilità paesaggistica delle singole strutture USSE nelle regioni agricole attraverso approcci che possono ridurre gli impatti della preparazione del sito (ovvero, dalla rimozione della vegetazione, dalla compattazione del suolo e / o dalla classificazione), ottimizzare i molteplici usi del suolo e ripristinare i servizi ecosistemici. Ad esempio, la collocazione dello sviluppo USSE e della produzione agricola (cioè, piantare colture tra le infrastrutture solari) potrebbe massimizzare il potenziale di utilizzo del suolo degli sviluppi USSE come siti di produzione di energia e cibo. Inoltre, gli approcci di gestione della vegetazione in loco potrebbero ripristinare i servizi ecosistemici come l'impollinazione delle colture e il controllo dei parassiti che possono mantenere o migliorare la produzione sui terreni agricoli vicini. Recentemente l'accento è stato posto sulla creazione e il mantenimento dell'habitat degli impollinatori presso le strutture USSE (di seguito 'habitat degli impollinatori solari'), che è il concetto di piantare miscele di semi di piante autoctone regionali come euforbia (*Asclepias spp.*) e altri fiori selvatici, all'interno dell'impronta dell'infrastruttura solare dopo la costruzione, come tra i pannelli solari o altre superfici riflettenti, o in aree esterne adiacenti a l'impianto solare, che attira e sostiene gli insetti impollinatori nativi fornendo fonti di cibo, rifugi e habitat di nidificazione.”¹⁸*

¹⁸ - <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.est.8b00020>

Del resto, il caso del Minnesota non è neppure isolato, sono presenti, sempre negli Usa, anche progetti di legge analoghi in Maryland¹⁹, Vermont e Illinois e altri studi accreditati²⁰. Il concetto portato avanti da influenti centri d'azione, come il “Center for Pollinators and energy”²¹ è che il danno per l'ambiente e gli animali (in particolare gli uccelli migratori²²) può essere mitigato proprio dal riservare delle aree libere per decenni dalle coltivazioni intensive e dal relativo inquinamento attraverso i campi fotovoltaici che dal “Centro” sono chiamati “Santuari Solari”.

Si veda anche questo webinar disponibile liberamente in rete

<https://www.youtube.com/watch?v=jdLgh9Kdayw> e questo convegno dell'Università di Yale:
<https://yale.hosted.panopto.com/Panopto/Pages/Viewer.aspx?tid=8a70ecb0-09d9-4df8-b342-aa23011954af> .



Figura 107 - Convegno su agrivoltaico, Università di Yale, 2018-19

¹⁹ . <http://mgaleg.maryland.gov/webmga/frmMain.aspx?pid=billpage&stab=01&id=sb1158&tab=subject3&ys=2017rs>

²⁰ - Es. Moore-O'Leary, KA ; Hernandez, RR ; Johnston, DS ; Abella, SR ; Tanner, KE ; Swanson, AC ; Kreidler, J. ; Lovich, JE “Sostenibilità dell'energia solare su scala industriale: concetti ecologici critici”. *Davanti. Ecol. Environ* 2017.

²¹ - <https://fresh-energy.org/beeslovesolar/>

²² - Si veda l'influente rapporto del 2014 del “Centro” <http://climate.audubon.org/>



2.17.4 - Caratteristiche tecniche

L'apicoltura viene svolta in arnie poste in zone ben localizzate dall'apicoltore. Queste zone prendono in considerazione le necessità delle api:

- una giusta variabilità di specie mellifere da cui estrarre i prodotti necessari all'alveare;
- una distanza idonea ai voli delle operaie;
- l'utilizzo di materiale (arnie) perfettamente sterilizzare per evitare l'incidenza di patologie;
- una collocazione che tenga in considerazione i venti dominanti e le relative direzioni;
- una collocazione che nel periodo invernale fornisca un minimo di protezione dal freddo;
- sistemi di mitigazione dai razziatori dell'arnia

Le api domestiche o mellifiche, appartengono alla specie *Apis Mellifera*; si tratta di insetti sociali appartenenti all'ordine degli Imenotteri, famiglia degli Apidi.

L'Ape Mellifera ligustica o ape italiana, è originaria del nord Italia e si distingue dalle altre perché le operaie hanno i primi segmenti dell'addome giallo chiaro, i peli sono anch'essi di colore giallo, in particolare nei maschi e le regine sono giallo dorato o color rame. Si tratta di una razza particolarmente operosa, molto docile, poco portata alla sciamatura, con regine precoci e prolifiche.



È considerata l'ape industriale per eccellenza ed in zone a clima mite come quelle d'origine e con idonee colture non teme confronti.

2.17.5 – Apicoltori nel Sud Sardegna

L'apicoltura è, infatti, un'attività che richiede molta competenza, in particolare se condotta con metodiche biologiche, per la lotta agli antagonisti delle api stesse ed i parassiti, per ottenere la produzione idonea e della qualità voluta, per lo sviluppo e la commercializzazione dei prodotti secondari. Alcune problematiche possono essere attenuate con l'opportuna tecnologia (ad esempio, con arnie ad alta tecnologia²³), altre con l'impiego di antagonisti (ad esempio un falco per i gruccioni). Il Position Paper²⁴ di BeeLife può dare un'idea generale circa le piante utili per l'impollinazione la Lavanda, tra queste come vedremo abbiamo scelto un mix bilanciato e adatto alle nostre tradizioni e latitudini.

Completerà il progetto, condotto secondo un rigorosissimo protocollo biologico, la stesura di convenzioni con gli altri agricoltori limitrofi entro un raggio da stabilire in funzione delle esigenze della coltivazione, per la condivisione di buone pratiche e la messa al bando di cattive (ad esempio, l'uso di pesticidi altamente dannosi per la biodiversità e la stessa sopravvivenza delle api). Ciò anche dietro corresponsione da parte della società di ristori ed indennizzi.

2.17.6 – Prati fioriti

Premesso che la presenza dei pannelli fotovoltaici crea delle condizioni favorevoli quali un minor irraggiamento solare diretto al suolo, la formazione di una maggior umidità al di sotto dei pannelli, ombreggiamento e nascondigli a piccoli animali, la realizzazione di prati melliferi apporterà ulteriori benefici, primo fra tutti: la protezione del suolo. La protezione del suolo risulta così importante che la Commissione Europea già nel 2006 ha pubblicato la *“Comunicazione 231 dal titolo Strategia tematica per la protezione del suolo”*.

Ne consegue che:

²³ - Si vedano, ad esempio, quelle di questa start up italiana <https://www.3bee.com/>

²⁴ - Cit.

- Il suolo ricoperto da una vegetazione avrà un'evapotraspirazione (ET) inferiore ad un suolo nudo;
- I prati tratterranno le particelle terrose e modificheranno i flussi idrici superficiali esercitando una protezione del suolo dall'erosione;
- Ci sarà la stabilizzazione delle polveri perché i prati impediranno il sollevamento delle particelle di suolo sotto l'azione del vento;
- I prati contribuiscono al miglioramento della fertilità del terreno, soprattutto attraverso l'incremento della sostanza organica proveniente dal turnover delle radici e degli altri tessuti della pianta;
- L'area votata ai prati creerà un gigantesco corridoio ecologico che consentirà agli animali presenti nelle aree circostanti di effettuare un passaggio tra habitat diversi;
- La presenza di prati fioriti fornirà nutrienti per numerose specie, dai microrganismi presenti nel suolo, agli insetti, ai piccoli erbivori ed insettivori. D'altronde l'aumento di queste specie aumenterà la disponibilità di nutrimento dei carnivori;
- La presenza di arbusti e alberi favorirà il riposo delle specie migratorie, che nei prati potranno trovare sostentamento;
- La presenza dei prati consentirà un maggior cattura del carbonio atmosferico, che verrà trasformato in carbonio organico da immagazzinare nel terreno;
- Terreni che avrebbero potuto assumere forme vegetazionali infestanti verranno, invece utilizzati per uno scopo ambientale e di agricoltura votata all'apicoltura;
- Forniranno materiale per la costruzione di tane a numerose specie.

I prati quindi si occuperanno del mantenimento dei suoli, della riduzione ed eliminazione di pesticidi e fertilizzanti, del miglioramento della qualità delle acque, aumenteranno la quantità di materia organica nel terreno e lo renderanno più fertile per la pratica agricola, una volta che l'impianto sarà arrivato a fine vita e dismesso.

I prati verranno collocati con una rotazione poliennale che consentirà un'alta biodiversità.

Per un equilibrio ecologico, sugli appezzamenti coltivati sarà garantito un avvicendamento colturale con specie "miglioratrici" in grado di potenziare la fertilità del terreno. A rotazione, i terreni verranno messi a maggese ed in questo caso saranno effettuate esclusivamente le seguenti lavorazioni:

- a. Sovescio anche con specie biocide;
- b. Colture senza raccolto ma utili per la fauna

- c. Lavorazioni di affinamento su terreni lavorati allo scopo di favorire il loro inerbimento spontaneo o artificiale per evitare fenomeni di erosione superficiale.

Per seminare i prati si ricorre a semi di piante mellifere in miscuglio dove vi è la presenza di almeno 20 specie in percentuali diverse ad esempio:

- Miscuglio 1: *Achillea millefolium*, *Anthoxantum odoratum*, *Anthyllis vulneraria*, *Betonica officinalis*, *Brachypodium rupestre*, *Briza media*, *Papaver rhoeas*, *Bromopsis erecta*, *Buphthalmum salicifolium*, *Campanula glomerata*, *Centaurea jacea*, *Centaureum erythraea*, *Daucus carota*, *Filipendula vulgaris*, *Galium verum*, *Holcus lanatus*, *Hypericum perforatum*, *Hypochaeris radicata*, *Leucanthemum vulgare*, *Sanguisorba minor*, *Scabiosa triandra*, *Securigera varia*, *Silene flos-cuculi*, *Thymus pulegioides*, *Trifolium rubens*.
- Miscuglio 2: Borrachine, Fiordaliso, Cosmo, Testa di drago, Calendula, Viola orientale, Lino, Grano saraceno, Salvia, Margherita, Campanula, Melissa, Trifogli, Papavero, Origano.
- Miscuglio 3: *Trifolium alexandrinum* (Trifoglio alessandrino), *Borago officinalis* (Borrachine), *Fagopyrum esculentum* (Grano saraceno), *Pisum sativum* (Pisello), *Lupinus* (Lupino), *Raphanus sativus* (Ravanello da olio), *Trifolium resupinatum* (Trifoglio persico), *Phacelia tanacetifolia* (Facelia), *Ornithopus sativus* (Serradella), *Vicia sativa* (Veccia estiva), *Helianthus annuus* (Girasole)
- Miscuglio 4: Facelia, Grano saraceno, Trifoglio incarnato, Trifoglio persiano, Girasole, Lino, Coriandolo, Cumino dei prati, Calendula, Senape, Finocchio selvatico, Fiordaliso, Malva, Aneto.

2.18 - Misure di sicurezza e rischi in fase di manutenzione ed esercizio

2.18.1 Generalità

Il presente capitolo fa riferimento anche al documento di progetto “*Prime indicazioni stesura Piani di Sicurezza*” cui si rimanda per la nomenclatura, le indicazioni normative generali e procedurali.

Si distinguerà in questa fase tra sicurezza e sua documentazione tipica in fase:

- Di cantiere (di costruzione e dismissione),
- Di esercizio,
- In manutenzione.

2.18.2 Fase di cantiere, il “Piano di Sicurezza e Coordinamento”

Il *Piano di sicurezza e coordinamento* dovrà essere redatto dal Coordinatore della progettazione dell'opera che valuterà i rischi connessi alla realizzazione delle opere dei cantieri temporanei o mobili avendo come riferimento le norme di legge, le misure di buona tecnica, le norme e l'esperienza del Coordinatore, in conformità a quanto previsto dall'art. 100 del D. Lgs. 81/08 e quindi dall'Allegato XV; ed in coerenza con il *Fascicolo dell'opera* secondo l'Allegato XVI allo stesso Decreto.

Esso è sostanzialmente una valutazione preventiva dei rischi legati alle specifiche attività che saranno svolte nella realizzazione delle opere e sarà fatta, in maniera dettagliata, immaginando un prevedibile scenario che poi dovrebbe essere realizzato al momento di avviare il cantiere tenendo presente il particolare tipo di intervento. Il *Piano operativo di sicurezza* sarà invece predisposto dal datore di lavoro dell'impresa esecutrice dell'opera avendo egli stesso la conoscenza effettiva e certa di come svolgerà l'incarico assegnato. In definitiva i due piani di sicurezza faranno parte di due momenti distinti nella realizzazione delle opere. L'uno non sostituirà l'altro ma anzi saranno necessariamente complementari pur rimanendo le responsabilità della loro redazione a due soggetti distinti ovvero il committente per il “Piano di sicurezza e coordinamento” previsto dal D.Lgs. n. 81/2008. L'impresa esecutrice potrà far proprio il Piano di sicurezza e coordinamento predisposto a cura del committente. Tuttavia tale acquisizione potrebbe generalmente non bastare e rendere perciò necessario che l'impresa lo integri con il proprio “Piano operativo di sicurezza”.

Le attività necessarie all'esecuzione dell'opera sono meglio descritte nel paragrafo 2.20 “*Descrizione del cantiere, rischi, mezzi, attrezzature*”.

Oltre a tale elenco il PSC dovrà individuare, seguendo le indicazioni della norma, i soggetti responsabili delle diverse fasi e tenuti ad intervenire in esse, avendo particolare cura ad individuare e risolvere le interferenze lavorative.

La pianificazione delle fasi di lavorazione servirà ad individuare, in funzione delle caratteristiche e responsabilità delle diverse imprese appaltatrici (un cantiere di questa dimensione ha spesso una società incaricata della pianificazione e sorveglianza, un general contractor e numerose imprese appaltatrici, oltre a diversi professionisti specializzati) e le interferenze tra queste.

Il Piano di sicurezza e coordinamento redatto in fase esecutiva stimerà il costo intrinseco ed analitico di ciascuna lavorazione nonché il costo degli apprestamenti necessari affinché il lavoro, nel corso della sua realizzazione, non provochi infortuni o danneggiamenti a terzi, persone o cose. Il piano conterrà altresì le misure di prevenzione dei rischi risultanti dalla eventuale presenza simultanea o successiva delle varie imprese ovvero dei lavoratori autonomi e sarà redatto anche al fine di prevedere, quando ciò risulti necessario, l'utilizzazione di impianti comuni quali infrastrutture, mezzi logistici e di protezione collettiva. Il piano è costituito da una relazione tecnica e prescrizioni operative correlate alla complessità dell'opera da realizzare ed alle eventuali fasi critiche del processo di costruzione.

Il PSC dovrà contenere:

- Le modalità da seguire per la recinzione del cantiere, gli accessi e le segnalazioni;
- Le protezioni o le misure di sicurezza contro i possibili rischi provenienti dall'ambiente esterno;
- La definizione dei servizi igienico-assistenziali;
- Le protezioni o misure di sicurezza connesse alla presenza nell'area del cantiere di linee aeree e condutture sotterranee;
- La indicazione della viabilità principale di cantiere e delle prescrizioni per il suo utilizzo;
- L'individuazione degli impianti di alimentazione e delle reti principali di elettricità, acqua, gas ed energia di qualsiasi tipo;
- L'esatta indicazione degli impianti di terra e di protezione contro le scariche atmosferiche;
- Le misure generali di protezione da adottare contro il rischio di caduta dall'alto;
- Le misure generali di sicurezza da adottare nel caso di estese demolizioni o manutenzioni, ove le modalità tecniche di attuazione siano definite in fase di progetto;
- Le misure di sicurezza contro i possibili rischi di incendio o esplosione connessi con lavorazioni e materiali pericolosi utilizzati in cantiere;
- Le disposizioni per dare attuazione in merito alla consultazione dei rappresentanti per la sicurezza;

- Le disposizioni per dare attuazione in merito all'organizzazione tra i datori di lavoro;
- La valutazione, in relazione alla tipologia dei lavori, delle spese prevedibili per l'attuazione dei singoli elementi del piano;
- Le misure generali di protezione da adottare contro gli sbalzi eccessivi di temperatura;
- Il Capitolato per la sicurezza;
- Il Fascicolo di manutenzione dell'opera per il successivo esercizio dell'impianto.

Per procedere in modo sistematico nell'analisi e valutazione dei rischi, il Coordinatore per la progettazione della sicurezza dovrà individuare le realtà tecnologico/organizzative (macchinari, impianti, servizi, ecc.) presenti nel cantiere in modo da avere una rappresentazione di tutti gli ambiti/aree/luoghi di lavoro rilevanti ai fini della valutazione dei rischi. Dovranno essere, inoltre, individuate tutte le fasi lavorative a rischio. Per ognuna di queste entità saranno redatte delle apposite Schede di riferimento che, per ogni fase di lavoro, detteranno le misure generali di sicurezza e prevenzione raggruppate in apposite appendici tematiche (segnaletica, macchine, lavoratori, attrezzi, rischi, prevenzioni).

Il PSC deve essere aggiornato ogni qual volta in cantiere avvengono variazioni sia per i contenuti dei lavori (nuove lavorazioni non previste originariamente) sia nei tempi di realizzazione (non conformità con il programma dei lavori) sia nei soggetti che li eseguono (frazionamento di fasi lavorative in più imprese, originariamente assegnabili ad una singola), nelle tecnologie impiegate, nelle sostanze eventualmente pericolose e nei DPI adottati.

Nel caso in specie, e salvo le definizioni ulteriori da elaborare in sede di progettazione esecutiva (nella quale, si ricorda, deve essere redatto il PSC) sono da prevedere:

Fase 1

- Campionamenti terreni;
- Monitoraggio del fondo elettromagnetico nei pressi degli elettrodotti;
- Indagini di rischio;
- Nomina responsabili e verifica Libretti delle imprese esecutrici;
- Dichiarazioni e presentazioni documentazione prevista a Comune, Inail, VVFF, ...;

Fase 2

- Pulizia terreno e messa in sicurezza luoghi;

- Approntamento del cantiere mediante realizzazione della recinzione e degli accessi e viabilità pedonali/ carrabili di cantiere;
- Predisposizione dell'impianto elettrico, idrico, di messa a terra di cantiere, di protezione dalle scariche atmosferiche;
- apposizione della segnaletica di sicurezza;
- allestimento dei depositi, delle zone di stoccaggio e dei servizi igienico assistenziali.

Fase 3

- Movimentazione, carico/scarico dei materiali (strutture metalliche, moduli fotovoltaici e componenti vari) presso i luoghi di deposito provvisori;

Fase 4

- Per sottocampo:
- Rilievo topografico esecutivo con particolare riguardo ai profili per determinare la profondità di infissione dei pali battuti
- Picchettamento terreno
- Realizzazione viabilità perimetrale
- Battitura dei pali
- Montaggio struttura tracker

Fase 5

- Sistemazione del piano di posa delle cabine
- Installazione inverter distribuiti
- Montaggio pannelli

Fase 6

- Realizzazione degli scavi di trincea per i cavidotti BT e MT
- Realizzazione scavi per i cavidotti di consegna MT
- Cablaggio pannelli

Fase 7

- Posa cabine
- Allestimento elettrico delle cabine
- Realizzazione sezione AT

Fase 8

- Realizzazione recinzione definitiva

- Realizzazione impianto di videosorveglianza/antifurto

Fase 9

- Misure elettriche e collaudo impianti

Fase 10

- Rimozione rifiuti
- Pulizia finale
- Smantellamento dei baraccamenti di cantiere

Fase 11

- Dichiarazione di fine lavori
- Collaudo finale
- Messa in servizio degli impianti

2.18.3 Fase di cantiere il “Piano Operativo per la Sicurezza”

Prima della consegna dei lavori, l'appaltatore od il concessionario redige e consegna al committente un “Piano operativo di sicurezza” per quanto attiene alle proprie scelte autonome e relative responsabilità nell'organizzazione del cantiere e nell'esecuzione dei lavori, da considerare come piano complementare di dettaglio del “Piano di sicurezza e di coordinamento” e dell'eventuale “Piano generale di sicurezza”, quando questi ultimi siano previsti ai sensi del D.Lgs. n. 81/08. Il “Piano operativo di sicurezza” sarà, quindi, il documento che il datore di lavoro dell'impresa esecutrice redigerà in riferimento al singolo cantiere ai sensi del D. L.vo 81/08.

I contenuti minimi del “Piano operativo di sicurezza” ai sensi del D.Lgs 81/2008, allegato XV, punto 3.2 sono:

- a. i dati identificativi dell'impresa esecutrice, che comprendono:
 - 1- il nominativo del datore di lavoro, gli indirizzi ed i riferimenti telefonici della sede legale e degli uffici di cantiere;
 - 2- la specifica attività e le singole lavorazioni svolte in cantiere dall'impresa esecutrice e dai lavoratori autonomi sub-affidatari;
 - 3- i nominativi degli addetti al pronto soccorso, antincendio ed evacuazione dei lavoratori e, comunque, alla gestione delle emergenze in cantiere, del rappresentante dei lavoratori per la sicurezza, aziendale o territoriale, ove eletto o designato;
 - 4- il nominativo del medico competente ove previsto;

- 5- il nominativo del responsabile del servizio di prevenzione e protezione;
 - 6- i nominativi del direttore tecnico di cantiere e del capocantiere;
 - 7- il numero e le relative qualifiche dei lavoratori dipendenti dell'impresa esecutrice e dei lavoratori autonomi operanti in cantiere per conto della stessa impresa;
- b. le specifiche mansioni, inerenti la sicurezza, svolte in cantiere da ogni figura nominata allo scopo dall'impresa esecutrice;
 - c. la descrizione dell'attività di cantiere, delle modalità organizzative e dei turni di lavoro;
 - d. l'elenco dei ponteggi, dei ponti su ruote a torre e di altre opere provvisorie di notevole importanza, delle macchine e degli impianti utilizzati nel cantiere;
 - e. l'elenco delle sostanze e preparati pericolosi utilizzati nel cantiere con le relative schede di sicurezza;
 - f. l'esito del rapporto di valutazione dei rischi e del rumore;
 - g. l'individuazione delle misure preventive e protettive, integrative rispetto a quelle contenute nel PSC quando previsto, adottate in relazione ai rischi connessi alle proprie lavorazioni in cantiere;
 - h. le procedure complementari e di dettaglio, richieste dal PSC quando previsto;
 - i. l'elenco dei dispositivi di protezione individuale forniti ai lavoratori occupati in cantiere;
 - j. la documentazione in merito all'informazione ed alla formazione fornite ai lavoratori occupati in cantiere.

2.18.4 Fase di esercizio: descrizione del “Fascicolo di manutenzione dell’opera”

Il “Fascicolo dell’opera” viene predisposto in fase di progettazione esecutiva dal CSP (coordinatore per la sicurezza in fase di progettazione) in collaborazione con i costruttori delle opere, la DL nonché il Committente. Deve quindi essere ricordato, con la consegna alla Committenza, l’obbligo del controllo e aggiornamento nel tempo del Fascicolo informativo. Il Fascicolo informativo deve essere consultato ad ogni operazione lavorativa, di manutenzione ordinaria, straordinaria o di revisione dell’opera e per ogni ricerca di documentazione tecnica dell’opera. Il Committente è l’ultimo destinatario e quindi responsabile della tenuta, aggiornamento e verifica delle disposizioni contenute. Il Fascicolo per le attività manutentive previste definisce i rischi e individua le misure preventive e protettive. In particolare, le misure individuate sono distinte in due tipologie:

- misure messe in esercizio, cioè incorporate nel sito e che diventano di proprietà della committenza (misure preventive e protettive in dotazione dell’opera);
- misure non in esercizio e cioè specifiche richieste che vengono fatte alle imprese, intese come requisiti minimi indispensabili per eseguire i lavori manutentivi successivi sull’opera (misure

preventive e protettive ausiliarie).

In sostanza il Fascicolo costituisce un'utile guida da consultare ogni qualvolta si devono effettuare interventi di ispezione e manutenzione dell'opera, ai sensi dell'art. 91 comma 2 del D.Lgs. 81/2008.

2.18.5 Operazioni da effettuarsi prima dell'avvio dell'impianto fotovoltaico

Il personale addetto alla gestione e manutenzione degli impianti prima di operare su di essi deve aver preso conoscenza delle informazioni tecniche relative all'impianto ed ai suoi componenti fondamentali, previa visione del “*Progetto Esecutivo*”, inoltre deve trattarsi di personale addestrato ed abilitato ad operare su impianti elettrici. Tale personale deve essere fornito delle chiavi necessarie per l'apertura del Quadro di parallelo/interfaccia e del Quadro di ricovero degli inverter qualora non fossero accessibili a vista.

Partendo dallo stato in cui l'impianto non è in servizio (esempio nel caso di primo avviamento dell'impianto), deve accertarsi che tutti gli organi di interruzione dell'impianto siano in uno stato di OFF (aperti).

2.18.6 Operazioni per la messa in funzione

Nei quadri (Quadro di Parallelo Stringhe) posti in prossimità del campo di pannelli fotovoltaici sarà necessario:

- Chiudere i gruppi porta-fusibili delle relative stringhe.

Nel Quadro generale (Quadro di parallelo/interfaccia) posto in prossimità dell'inverter:

- 1- Chiudere l'interruttore Magnetotermico “Dispositivo generale”.
- 2- Chiudere gli interruttori Magnetotermici “Dispositivi inverter”.

Nel quadro generale (Quadro di parallelo/interfaccia) posto in prossimità dell'inverter:

- 3- Chiudere l'interruttore Magnetotermico.

L'inverter si sincronizza alla rete elettrica (tempo max 1 minuto). La spia dell'inverter diventa verde.

Se la giornata risulta soleggiata sul display degli inverter è possibile leggere la potenza istantanea che viene immessa nella rete elettrica. Per una verifica dettagliata dell'impianto si può esplorare il menù sul display dell'inverter dove è possibile leggere tutte le caratteristiche elettriche della sezione del campo fotovoltaico servita. Per i dettagli sul menù dell'inverter si può fare riferimento al manuale di istruzioni relativo. Ricordare che i valori elettrici visualizzati sul display dell'inverter sono soggetti a fluttuazioni dovute all'irraggiamento solare e alla temperatura ambiente. Le continue fluttuazioni della potenza generata dall'inverter è un'indicazione positiva. L'inverter cerca continuamente di

migliorare il punto di lavoro elettrico, ottimizzando sempre la resa energetica. Verificato il corretto funzionamento dell'inverter si possono richiudere tutti i Quadri di ricovero. Nel caso si fossero riscontrate delle anomalie effettuare le operazioni riportate nelle schede di corredo all'Inverter.

Attraverso il contatore e attraverso i display degli inverter si possono controllare i valori di energia immessa in rete dell'impianto dal momento del primo avvio.

2.18.7 Verifiche e manutenzioni in esercizio

Tutti i lavori di verifica e manutenzione sopra descritti devono essere eseguiti in conformità alle norme antinfortunistiche secondo quanto previsto dal D.Lgs. 81/2008 In particolare si evidenzia che:

- i cantieri dovranno essere opportunamente delimitati e segnalati al fine di evitare il transito sul luogo di lavoro di persone ed automezzi estranei al lavoro;
- Gli addetti alla manutenzione dovranno lavorare sempre in coppia, e mai da soli, dovranno transitare sulle superfici utilizzando sempre i dispositivi di sicurezza permanenti e dovranno sempre utilizzare i DPI in dotazione;
- gli automezzi e macchine operatrici da utilizzare sul cantiere dovranno essere conformi alle normative CEE;

Per effettuare le normali verifiche di funzionamento basta verificare lo stato delle misure visualizzate dal display presente sugli inverter.

Verificare se i vari strumenti indicatori si comportano in maniera ragionevole. Occorre sempre tener presente che i valori derivanti dal campo fotovoltaico dipendono in modo determinante dalle condizioni atmosferiche, in particolar modo dal soleggiamento dei moduli fotovoltaici. Nel caso in cui si riscontrasse un basso livello di potenza attiva e di corrente immessa in rete o addirittura una loro assenza, nonostante le buone condizioni atmosferiche, si rende necessaria una verifica sull'inverter e sul quadro di parallelo/interfaccia. Per far ciò occorre dotarsi delle chiavi adatte all'apertura del Quadro di parallelo/interfaccia e dell'eventuale quadro di ricovero inverter.

Occorre inoltre munirsi di un multimetro digitale che consenta di effettuare misure di tensione e corrente in continua. Le prove devono essere effettuate da personale esperto, si ricorda che i livelli di tensione a circuito aperto raggiungono valori molto elevati. Per quanto riguarda le verifiche sullo stato dell'inverter rilevabili dai LED e dal display si rimanda al Manuale uso e manutenzione dell'inverter. Nel caso lo stato dei LED rilevasse un'assenza della rete all'ingresso dell'inverter verificare lo stato degli interruttori presenti nel quadro di parallelo/interfaccia. Nel caso le grandezze

visualizzate dal display dell'inverter evidenziassero una potenza non adeguata del campo fotovoltaico verificare lo stato dei fusibili presenti nei quadri di campo.

Verificato lo stato di efficienza dei fusibili, misurare il livello di tensione delle stringhe in arrivo al quadro di campo corrispondente (fare attenzione che la misura del multimetro utilizzato sia predisposta per una tensione in continua). Verificata un'assenza di tensione controllare lo stato delle connessioni verso la stringa e successivamente lo stato delle connessioni tra i singoli moduli. Nel caso si verificasse la continuità del circuito di connessione delle stringhe, il problema risiede probabilmente in qualche modulo. Occorre quindi verificare i valori di tensione presenti ai morsetti dei diversi moduli fotovoltaici.

Gli scaricatori di protezione contro le sovratensioni hanno una finestra che ne indica lo stato: verde significa che le condizioni sono ottime, se si annerisce lo scaricatore va sostituito. Gli interruttori differenziali hanno un tasto di prova che deve essere premuto per verificarne il potere di intervento, la prova va effettuata almeno ogni 2 mesi.

Si riporta un esempio di Schede di Intervento precedentemente citate.

2.18.8 Schede tecniche di intervento

COD.	INTERVENTO	CADENZA (massima)	SCHEDA	INCARICATO
1.1	Pulizia e sgombero eventuale sporco dai pannelli fotovoltaici	1 anno	01	Manodopera qualificata
RISCHI PRINCIPALI INDIVIDUATI				
RISCHI FISICI Scivolamenti, cadute a livello;				
Misure di prevenzione, dispositivi in esercizio e in locazione				
Punti critici	Misure preventive messe in Esercizio	Misure preventive ausiliarie		
Accesso al posto di lavoro	L'accesso al sito dovrà essere concordato con il responsabile secondo le modalità ed i percorsi predefiniti.	DPI		
Prodotti pericolosi	Non previsti	Non previsti		
Attrezzature critiche	Messa in opera e utilizzo robot di pulizia			
Interferenze e protezione terzi	Tutte le aree di lavoro dovranno essere opportunamente transennate e segnalate, con particolare attenzione alle uscite di sicurezza ed i passaggi.	Concordare sempre i momenti degli interventi, evitando le possibili interferenze con altre lavorazioni o attività presenti		
Altre misure	L'intera area è dotata di impianto di rivelazione e spegnimento con naspi, idranti ed estintori presenti nelle varie aree. Condizioni di lavoro differenti da quelle previste dovranno essere concordate ed accuratamente descritte e opportunamente realizzate.	Non previste		
DPI	Per quanto riguarda i DPI specifici si rimanda alle indicazioni riportate nel Piano di Sicurezza e Coordinamento in fase di Esecuzione per la lavorazione in questione.			

	In ogni caso si ricorda che i lavoratori che eseguiranno le attività di manutenzione dovranno essere dotati di idonei DPI, ed in particolare di quant'altro l'esecutore valuti necessario per la protezione dei propri operatori; Si raccomanda in particolare l'uso dei dispositivi individuali antisdrucchiolo, dei guanti di lavoro, caschi.
Tavole allegate	Fascicolo opere edili, strutturali e impianti

COD.	INTERVENTO	CADENZA (massima)	SCHEDA	INCARICATO
1.2	Pulizia e sostituzione pannelli FTV e strutture di supporto	5 anno	02	Manodopera qualificata
RISCHI PRINCIPALI INDIVIDUATI				
RISCHI FISICI Urti, colpi, impatti, compressioni; Punture, tagli, abrasioni; Scivolamenti, cadute a livello; Calore, fiamme; Elettrocuzione; Radiazioni (non ionizzanti); Rumore; Punture di insetti;		RISCHI CHIMICI Polveri, fibre; Fumi; Nebbie; Getti, schizzi; Gas, vapori; RISCHI CANCEROGENI/BIOLOGICI Allergeni; Infezioni da microrganismi; Avvelenamento da puntura di insetto; Oli minerali e derivati;		
Misure di prevenzione, dispositivi in esercizio e in locazione				
Punti critici	Misure preventive messe in Esercizio	Misure preventive ausiliarie		
Accesso al posto di lavoro	L'accesso al sito dovrà essere concordato con il responsabile secondo le modalità ed i percorsi predefiniti.	DPI		
Alimentazione energia elettrica	Sono presenti diversi punti di attacco per energia elettrica il cui utilizzo dovrà essere concordato con la Committenza (vedere progetto impianto elettrico). Verificare le connessioni con le cabine e la chiusura preventiva degli interruttori.	Disattivare la corrente per interventi su parti in tensione, accertandosi sempre che non sia riattivata da terzi (usare cartelli o chiudere in quadro a monte dell'intervento con chiave). Usare solo utensili elettrici portatili del tipo a doppio isolamento; evitare di lasciare cavi elettrici/prolunghe a terra sulle aree di transito o passaggio.		
Approvvigionamento materiali e macchine	L'approvvigionamento dei materiali dovrà avvenire quotidianamente ed è espressamente vietato il deposito di materiali o sostanze nell'area di intervento al di fuori dell'orario di lavoro.	Carrelli elevatori, automezzi		
Prodotti pericolosi	Verificare le caratteristiche dei prodotti utilizzati e l'eventuale pericolosità attraverso l'attenta analisi della scheda di sicurezza del prodotto ed utilizzare, qualora necessarie, le idonee precauzioni d'uso e gli idonei DPI.	In caso di utilizzo di prodotti pericolosi informare la committenza ed il responsabile dell'ente dell'area di lavoro in cui tale prodotto verrà impiegato e del tempo previsto per il completamento della lavorazione.		
Interferenze e protezione terzi	Tutte le aree di lavoro dovranno essere opportunamente transennate e segnalate, con particolare attenzione alle uscite di sicurezza ed i passaggi la cui protezione dovrà essere assicurata anche tramite tettoie provvisorie o simili aventi idonee caratteristiche.	Concordare sempre i momenti degli interventi, evitando le possibili interferenze con altre lavorazioni o attività presenti		
Altre misure	L'intero sito è dotato di impianto di rivelazione e spegnimento con naspì, idranti ed estintori presenti nei vari locali Condizioni di lavoro differenti da quelle previste dovranno essere concordate con la Committenza ed accuratamente descritte e opportunamente realizzate.	Non previste		
DPI	Per quanto riguarda i DPI specifici si rimanda alle indicazioni riportate nel Piano di Sicurezza e Coordinamento in fase di Esecuzione per la lavorazione in questione. In ogni caso si ricorda che i lavoratori che eseguiranno le attività di manutenzione dovranno essere dotati di idonei DPI, ed in particolare di quant'altro l'esecutore valuti necessario per la protezione dei propri operatori; Si raccomanda in particolare l'uso dei dispositivi individuali antisdrucchiolo, i guanti di lavoro e caschi e il rispetto delle procedure per l'utilizzo dell'eventuale cestello sollevatore			

	In ogni caso si ricorda che i lavoratori che eseguiranno le attività di manutenzione dovranno essere dotati di idonei DPI, ed in particolare di: - casco - guanti da lavoro; - calzatura di sicurezza con suola antiscivolo; - occhiali di protezione; - Indumenti protettivi; - Attrezzatura anticaduta, Imbracatura di protezione con dispositivi inerziali di ritenuta - quant'altro l'esecutore valuti necessario per la protezione dei propri operatori
Tavole allegate	Fascicolo opere edili, strutturali e impianti

COD.	INTERVENTO	CADENZA (massima)	SCHEDA	INCARICATO
1.3	Pulizia e verifica cassette di raccolta parallelo stringhe	5 anno	03	Manodopera qualificata

RISCHI PRINCIPALI INDIVIDUATI	
RISCHI FISICI Punture, tagli, abrasioni; Scivolamenti, cadute a livello; Elettrocuzione; Punture di insetti;	RISCHI CHIMICI Polveri, fibre; RISCHI CANCEROGENI/BIOLOGICI Avvelenamento da puntura di insetto;

Misure di prevenzione, dispositivi in esercizio e in locazione		
Punti critici	Misure preventive messe in esercizio	Misure preventive ausiliarie
Accesso al posto di lavoro	L'accesso al sito dovrà essere concordato con il responsabile secondo le modalità ed i percorsi predefiniti.	Non previste
Alimentazione energia elettrica	Sono presenti diversi punti di attacco per energia elettrica il cui utilizzo dovrà essere concordato con la Committenza (vedere progetto impianto elettrico presso archivio Committenza). Verificare le connessioni con le cabine e la chiusura preventiva degli interruttori.	Disattivare la corrente per interventi su parti in tensione, accertandosi sempre che non sia riattivata da terzi (usare cartelli o chiudere in quadro a monte dell'intervento con chiave). Usare solo utensili elettrici portatili del tipo a doppio isolamento; evitare di lasciare cavi elettrici/prolunghe a terra sulle aree di transito o passaggio.
Approvvigionamento materiali e macchine	L'approvvigionamento dei materiali dovrà avvenire quotidianamente ed è espressamente vietato il deposito di materiali o sostanze nell'area di intervento al di fuori dell'orario di lavoro.	Non previste
Prodotti pericolosi	Verificare le caratteristiche dei prodotti utilizzati e l'eventuale pericolosità attraverso l'attenta analisi della scheda di sicurezza del prodotto ed utilizzare, qualora necessarie, le idonee precauzioni d'uso e gli idonei DPI.	In caso di utilizzo di prodotti pericolosi informare il responsabile dell'area di lavoro in cui tale prodotto verrà impiegato e del tempo previsto per il completamento della lavorazione.
Interferenze e protezione terzi	Tutte le aree di lavoro dovranno essere opportunamente transennate e segnalate, con particolare attenzione alle uscite di sicurezza ed i passaggi la cui protezione dovrà essere assicurata anche tramite tettoie provvisorie o simili aventi idonee caratteristiche.	Concordare sempre i momenti degli interventi, evitando le possibili interferenze con altre lavorazioni o attività presenti
Altre misure	Non Previste	Non previste
DPI	Per quanto riguarda i DPI specifici si rimanda alle indicazioni riportate nel Piano di Sicurezza e Coordinamento in fase di Esecuzione per la lavorazione in questione. In ogni caso si ricorda che i lavoratori che eseguiranno le attività di manutenzione dovranno essere dotati di idonei DPI, ed in particolare di quant'altro l'esecutore valuti necessario per la protezione dei propri operatori; In ogni caso si ricorda che i lavoratori che eseguiranno le attività di manutenzione dovranno essere dotati di idonei DPI, ed in particolare di: - casco - guanti da lavoro; - calzatura di sicurezza con suola antiscivolo; - occhiali di protezione;	

	<ul style="list-style-type: none"> - Indumenti protettivi; - quant'altro l'esecutore valuti necessario per la protezione dei propri operatori
Tavole allegate	Fascicolo opere edili, strutturali e impianti

COD.	INTERVENTO	CADENZA (massima)	SCHEDA	INCARICATO
1.4	Manutenzione interruttori e componentistica cabine Elettriche, Inverter, Consegna, Trafo	5 anno	04	Manodopera qualificata

RISCHI PRINCIPALI INDIVIDUATI

<p>RISCHI FISICI Urti, colpi, impatti, compressioni; Punture, tagli, abrasioni; Scivolamenti, cadute a livello; Calore, fiamme; Elettrocuzione; Radiazioni (non ionizzanti); Rumore; Punture di insetti</p>	<p>RISCHI CHIMICI Polveri, fibre; Fumi; Nebbie; Getti, schizzi; Gas, vapori; RISCHI CANCEROGENI/BIOLOGICI Allergeni; Infezioni da microrganismi; Avvelenamento da puntura di insetto; Oli minerali e derivati;</p>
--	---

Misure di prevenzione, dispositivi in esercizio e in locazione

Punti critici	Misure preventive messe in esercizio	Misure preventive ausiliarie
Accesso al posto di lavoro	L'accesso al sito dovrà essere concordato con il responsabile secondo le modalità ed i percorsi predefiniti.	Non previste
Alimentazione energia elettrica	Sono presenti diversi punti di attacco per energia elettrica il cui utilizzo dovrà essere concordato (vedere progetto impianto elettrico presso archivio). Verificare le connessioni con le cabine e la chiusura preventiva degli interruttori	Disattivare la corrente per interventi su parti in tensione, accertandosi sempre che non sia riattivata da terzi (usare cartelli o chiudere in quadro a monte dell'intervento con chiave). Usare solo utensili elettrici portatili del tipo a doppio isolamento; evitare di lasciare cavi elettrici/prolunghe a terra sulle aree di transito o passaggio.
Approvvigionamento materiali e macchine	L'approvvigionamento dei materiali dovrà avvenire quotidianamente ed è espressamente vietato il deposito di materiali o sostanze nell'area di intervento al di fuori dell'orario di lavoro.	Non previste
Prodotti pericolosi	Verificare le caratteristiche dei prodotti utilizzati e l'eventuale pericolosità attraverso l'attenta analisi della scheda di sicurezza del prodotto ed utilizzare, qualora necessarie, le idonee precauzioni d'uso e gli idonei DPI.	In caso di utilizzo di prodotti pericolosi informare il responsabile dell'area di lavoro in cui tale prodotto verrà impiegato e del tempo previsto per il completamento della lavorazione.
Interferenze e protezione terzi	Tutte le aree di lavoro dovranno essere opportunamente transennate e segnalate, con particolare attenzione alle uscite di sicurezza ed i passaggi la cui protezione dovrà essere assicurata anche tramite tettoie provvisorie o simili aventi idonee caratteristiche.	Concordare sempre i momenti degli interventi, evitando le possibili interferenze con altre lavorazioni o attività presenti
Altre misure	L'intero sito è dotato di impianto di rivelazione e spegnimento con naspì, idranti ed estintori presenti nei vari locali Condizioni di lavoro differenti da quelle previste dovranno essere concordate ed accuratamente descritte e opportunamente realizzate.	Non previste
DPI	Per quanto riguarda i DPI specifici si rimanda alle indicazioni riportate nel Piano di Sicurezza e Coordinamento in fase di Esecuzione per la lavorazione in questione. In ogni caso si ricorda che i lavoratori che eseguiranno le attività di manutenzione dovranno essere dotati di idonei DPI, ed in particolare di quant'altro l'esecutore valuti necessario per la protezione dei propri operatori; In ogni caso si ricorda che i lavoratori che eseguiranno le attività di manutenzione dovranno essere dotati di idonei DPI, ed in particolare di: <ul style="list-style-type: none"> - casco - guanti da lavoro; - calzatura di sicurezza con suola antiscivolo; 	

	<ul style="list-style-type: none"> - occhiali di protezione; - Indumenti protettivi; - quant'altro l'esecutore valuti necessario per la protezione dei propri operatori
Tavole allegate	Fascicolo opere edili, strutturali e impianti

2.18.9 Incidenti e procedure di emergenza

Evacuazione in caso di emergenza

L'impresa deve attivarsi per gestire le eventuali emergenze che dovessero verificarsi sul luogo di lavoro. Per ogni postazione di lavoro è necessario individuare una "via di fuga", da mantenere sgombra da ostacoli o impedimenti, che il personale potrà utilizzare per la normale circolazione ed in caso di emergenza.

Dispositivi di protezione individuale

Sono da prendere in particolare considerazione:

- Casco
- Calzature di sicurezza
- Calzature isolanti
- Occhiali
- Maschere per la protezione delle vie respiratorie
- Otoprotettori
- Guanti
- Indumenti protettivi
- Attrezzatura anticaduta

Sorveglianza sanitaria

In relazione alle attività svolte dai singoli gruppi omogenei di lavoratori interessati alla fase di lavoro sono da prendere in considerazione le seguenti tipologie di sorveglianza sanitaria:

- Vaccinazione antitetanica
- Preassuntiva generale attitudinale
- Periodica generale attitudinale
- Vibrazioni
- Radiazioni (non ionizzanti)
- Rumore
- Movimentazione manuale dei carichi
- Polveri, fibre

- Fumi
- Gas, vapori
- Allergeni
- Infezioni da microrganismi
- Oli minerali e derivati

Informazione, formazione e addestramento

Oltre alla formazione di base e/o specifica, tutti i lavoratori devono essere informati sui rischi di fase analizzati e ricevere le istruzioni di competenza.

Segnaletica

Relativamente alla segnaletica che deve essere prevista per la fase lavorativa manutentiva, sono da prendere in considerazione:

Cartelli con segnale di divieto

- Divieto d'accesso alle persone non autorizzate;
- Cartelli con segnale di avvertimento;
- Pericolo di inciampo;
- Sostanze nocive o irritanti.
-

Cartelli con segnale di prescrizione

0. Casco di protezione obbligatorio;
1. Protezione obbligatoria dell'udito;
2. Calzature di sicurezza obbligatorie;
3. Guanti di protezione obbligatori;
4. Protezione obbligatoria delle vie respiratorie;
5. Protezione obbligatoria del corpo;
6. Protezione obbligatoria del viso;
7. Protezione individuale obbligatoria contro le cadute dall'alto.

Rischio incendio

In linea generale possono essere individuate le seguenti possibili cause di incendio:

1. Elettriche:
dovute a sovraccarichi e/o corto circuiti
2. Fulmini
dovuta a fulmini su strutture
3. Surriscaldamento

dovuto a forti attriti su macchine operatrici in movimento o su organi metallici

4. Autocombustione

dovuta a sostanze organiche o minerali lasciate per prolungati periodi in contenitori chiusi

5. Esplosioni o scoppi

dovuti ad alta concentrazione di sostanze tali da poter esplodere

6. Azioni colpose

dovute all'azione dell'uomo ma non alla sua volontà di provocare l'incendio (mozzicone di sigaretta, uso scorretto di materiali facilmente infiammabili, ecc.)

7. Atti vandalici

dovuti all'azione dell'uomo con volontà di provocare l'incendio.

Classe di incendio ed elementi estinguenti

1. Classe A

Incendi di materiali solidi combustibili come il legno, la carta, i tessuti, le pelli, la gomma ed i suoi derivati, i rifiuti e la cui combustione comporta di norma la produzione di braci ed il cui spegnimento presenta particolari difficoltà.

Agenti estinguenti

Acqua con un effetto BUONO

Schiuma con un effetto BUONO

Polvere con un effetto MEDIOCRE

CO₂ con un effetto SCARSO

2. Classe B

Incendi di liquidi infiammabili per il cui spegnimento è necessario un effetto di copertura e soffocamento, come alcoli, solventi, oli minerali, grassi, eteri, benzine, ecc.

Agenti estinguenti

Acqua con un effetto MEDIOCRE

Schiuma con un effetto BUONO

Polvere con un effetto BUONO

CO₂ con un effetto MEDIOCRE

3. Classe C

Incendi di gas infiammabili quali metano, idrogeno acetilene, ecc.

Agenti estinguenti

Acqua con un effetto MEDIOCRE

Schiuma con un effetto INADATTO

Polvere con un effetto BUONO

CO₂ con un effetto MEDIOCRE

4. Classe D

Incendi di materiali metallici

5. Classe E

Incendi di apparecchiature elettriche, trasformatori, interruttori, quadri, motori ed apparecchiature elettriche in genere per il cui spegnimento sono necessari agenti elettricamente non conduttivi.

Agenti estinguenti

Acqua con un effetto INADATTO (se non nebulizzata)

Schiuma con un effetto INADATTO

Polvere con un effetto BUONO

CO₂ con un effetto BUONO

Poiché nelle emergenze è essenziale non perdere tempo, è fondamentale predisporre alcune semplici misure che consentano di agire adeguatamente e con tempestività per evitare il propagarsi dell'incendio ed in caso di eventi di piccole dimensioni provvedere allo spegnimento dei focolai ed alla rimozione delle cause che li hanno provocati:

1. predisporre e garantire l'evidenza del numero di chiamata per il più vicino comando dei vigili del fuoco;
2. predisporre le indicazioni più chiare e complete per permettere l'utilizzo dei mezzi estinguenti da parte del personale addetto per effettuare le procedure di estinzione e controllo dove possibile dell'incendio;
3. cercare di fornire già al momento del primo contatto con i vigili del fuoco, un'idea abbastanza chiara della localizzazione del cantiere, la condizione attuale del luogo e la presenza di eventuali feriti;
4. in attesa dei soccorsi tenere sgombra e segnalare adeguatamente una via di facile accesso al

cantiere;

5. utilizzare i mezzi estinguenti presenti in cantiere seguendo le istruzioni per le modalità di estinzione incendio e il tipo di estintore da utilizzare a seconda della classe di incendio;
6. Agire con prudenza, non impulsivamente né sconsideratamente;
7. Valutare quanto prima se la situazione necessita di altro aiuto oltre al proprio;
8. Verificare se c'è pericolo (di scarica elettrica, esalazioni gassose, esplosioni...) e prima di intervenire, adottare tutte le misure di prevenzione e protezione necessarie;
9. spostare eventuale materiale infiammabile solo se strettamente necessario o c'è pericolo imminente o continuato di propagazione incendio, senza comunque sottoporsi a rischi;
10. conservare stabilità emotiva per riuscire a superare gli aspetti spiacevoli di una situazione d'urgenza e controllare le sensazioni di sconforto o disagio che possono derivare da essi.

2.19 Campi elettromagnetici indotti da elettrodotti aerei, misure di sicurezza

2.19.1 Generalità

Il termine *radiazione* viene abitualmente usato per descrivere fenomeni apparentemente assai diversi tra loro, quali l'emissione di luce da una lampada, di calore da una fiamma, di particelle elementari da una sorgente radioattiva, etc. Caratteristica comune a tutti questi tipi di emissione è il trasporto di energia nello spazio. Questa energia viene ceduta quando la radiazione è assorbita nella materia. Ciò si può dimostrare constatando un aumento di temperatura in prossimità del punto in cui è avvenuto l'assorbimento. L'aumento di temperatura non è però l'unico effetto prodotto dall'assorbimento di radiazione nella materia.

L'eventuale azione lesiva delle particelle ionizzanti sull'organismo è una diretta conseguenza dei processi fisici di eccitazione e ionizzazione degli atomi e delle molecole dei tessuti biologici dovuti agli urti delle particelle, che sono dette appunto *particelle ionizzanti* o anche *radiazioni ionizzanti*, quando hanno energia sufficiente per produrre questi processi. Più in particolare, a seconda che la ionizzazione del mezzo irradiato avvenga per via diretta o indiretta si usa distinguere tra *radiazioni direttamente ionizzanti* e *radiazioni indirettamente ionizzanti*. Sono direttamente ionizzanti le particelle cariche (elettroni, particelle beta, particelle alfa, etc.); sono invece indirettamente ionizzanti i fotoni (raggi X e raggi gamma), i neutroni, etc.

Le particelle cariche, dotate di massa e di carica elettrica, e i neutroni, dotati di massa, ma non di carica elettrica, sono radiazioni corpuscolari. I fotoni invece non hanno massa, nè carica elettrica,

sono radiazioni elettromagnetiche che si propagano con la velocità della luce.

Il termine radiazioni non ionizzanti (NIR) viene usato in prevalenza per indicare onde elettromagnetiche a bassa energia, che non provocano la ionizzazione degli atomi attraversati. Il parametro critico dell'onda e.m., dal quale dipende l'energia, è la **frequenza** ν , ed è quindi questa a determinare il livello di interazione fra la radiazione e la materia attraversata.

I tipi principali di radiazione non ionizzante con i quali si può entrare in contatto sono:

- **radiofrequenze RF** ($10^4 < \nu < 10^9$ Hz), tra cui anche gli **ultrasuoni US** ($10^6 < \nu < 10^7$ Hz)
- **microonde MW** ($10^9 < \nu < 10^{12}$ Hz)
- **raggi infrarossi IR** ($10^{12} < \nu < 10^{15}$ Hz)
- **raggi ultravioletti UV** ($10^{15} < \nu < 10^{16}$ Hz)

L'interazione delle radiazioni non ionizzanti con la materia è dovuta essenzialmente alla polarizzazione delle molecole del mezzo, ed al loro successivo rilassamento. Nei tessuti biologici l'intensità I dell'onda incidente decresce con la distanza x secondo la relazione:

- $I = I_0 e^{-a x}$ dove I_0 è l'intensità per $x = 0$, e a è il coefficiente di assorbimento, di dimensioni $[L^{-1}]$; $\lambda = 1/a$ è detta lunghezza di penetrazione, e dipende dalla conducibilità elettrica e dalla costante dielettrica del mezzo, e dalla frequenza dell'onda incidente; i differenti valori di queste costanti per i diversi tipi di tessuto che l'onda incontra portano a diversi valori di assorbimento e riflessione, con conseguenti fenomeni di interferenza.

In ogni caso, l'interazione con la radiazione comporta **fenomeni termici** dovuti all'assorbimento dell'onda (fenomeni che possono innalzare la temperatura dei tessuti), e **fenomeni "non termici"** conseguenti al rilassamento dei dipoli indotti ed al conseguente riarrangiamento delle strutture: il campo elettrico dell'onda incidente può ad esempio interagire con la membrana cellulare, alterando il potenziale di membrana e la sua funzione nella conduzione degli impulsi nervosi.

Nel DPCM 8 Luglio 2003 "Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti", vengono fissati i limiti di esposizione e i valori di attenzione, per la protezione della popolazione dalle esposizioni a campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) connessi al funzionamento e all'esercizio degli elettrodotti.

In particolare, negli articoli 3 e 4 vengono indicate le seguenti 3 soglie di rispetto per l'induzione magnetica:

- "Nel caso di esposizione a campi elettrici e magnetici alla frequenza di 50 Hz generati da elettrodotti non deve essere superato il limite di esposizione di 100 μ T per l'induzione magnetica

e 5kV/m per il campo elettrico intesi come valori efficaci” [art. 3, comma 1];

- “A titolo di misura di cautela per la protezione da possibili effetti a lungo termine, eventualmente connessi con l'esposizione ai campi magnetici generati alla frequenza di rete (50 Hz), nelle aree gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere, si assume per l'induzione magnetica il valore di attenzione di 10 μ T, da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio.” [art. 3, comma 2];
- “Nella progettazione di nuovi elettrodotti in corrispondenza di aree gioco per l'infanzia, di ambienti abitativi, di ambienti scolastici e di luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore e nella progettazione dei nuovi insediamenti e delle nuove aree di cui sopra in prossimità di linee ed installazioni elettriche già presenti nel territorio, ai fini della progressiva minimizzazione dell'esposizione ai campi elettrici e magnetici generati dagli elettrodotti operanti alla frequenza di 50 Hz, è fissato l'obiettivo di qualità di 3 μ T per il valore dell'induzione magnetica, da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio”. [art. 4]

2.19.2 Norme e fasce di rispetto da elettrodotti

Il trasporto e la distribuzione dell'energia elettrica avvengono tramite elettrodotti, vale a dire conduttori aerei sostenuti da opportuni appositi tralicci, in cui fluisce corrente elettrica alternata alla frequenza di 50 Hz. Dagli elettrodotti si genera un campo elettromagnetico, la cui intensità – com'è ovvio – è direttamente proporzionale alla tensione di linea.

Le linee elettriche sono classificabili in funzione della **tensione di esercizio** come:

- linee ad altissima tensione (380 kV), dedicate al trasporto dell'energia elettrica su grandi distanze;
- linee ad alta tensione (220 kV e 132 kV), per la distribuzione dell'energia elettrica;
- linee a media tensione (generalmente 15 kV), per la fornitura ad industrie, centri commerciali, grandi condomini ecc.;
- linee a bassa tensione (220-380 V), per la fornitura alle piccole utenze, come le singole abitazioni.

Le linee a 380 kV, 220 kV e 132 kV sono linee aeree, con due o più conduttori mantenuti ad una certa distanza da tralicci metallici e sospesi a questi ultimi mediante isolatori. L'elettricità ad alta tensione viene trasportata in trifase da terne di conduttori fino alle cabine primarie di trasformazione, poste in

prossimità dei centri urbani, nei quali la tensione viene abbassata a un valore tra 5 e 20 kV e si attua il passaggio alla corrente monofase che viene poi utilizzata dalle utenze domestiche (alle utenze industriali viene invece consegnata anche corrente trifase).

La **fascia di rispetto** è lo spazio circostante un elettrodotto, che comprende tutti i punti (al di sopra e al di sotto del livello del suolo), caratterizzati da un'induzione magnetica di intensità maggiore o uguale all'obiettivo di qualità (3 μ T).

Poiché la corrente trasportata da un elettrodotto non è costante, ma dipende dalla richiesta di energia elettrica, anche la valutazione del campo di induzione magnetica, sulla base della proporzionalità tra campo magnetico e corrente, dipende dalla corrente considerata. La legge prevede che la valutazione sia effettuata con un preciso valore di corrente, che, per le linee elettriche con tensione superiore ai 100 kV corrisponde alla portata in corrente in servizio normale (definita dalla norma **CEI 11-60**). Tale corrente generalmente è superiore a quella che transita sulla linea, quindi non è possibile determinare l'estensione della fascia con misure sul campo, ma è necessario effettuare una valutazione teorica (tramite software dedicato), che risulta cautelativa rispetto ai dati misurabili.

Il **D.M. 29 maggio 2009** prevede che l'individuazione della fascia possa essere effettuata attraverso un procedimento semplificato con la determinazione della "**Distanza di prima approssimazione**" (Dpa) della linea.

Dal canto suo, il D.P.C.M. 8 luglio 2003 prevede che le fasce di rispetto debbano attribuirsi ove sia applicabile l'obiettivo di qualità, ossia «nella progettazione di nuovi elettrodotti in corrispondenza di aree gioco per l'infanzia, di ambienti abitativi, di ambienti scolastici e di luoghi adibiti a **permanenze non inferiori a quattro** ore e nella progettazione dei nuovi insediamenti e delle nuove aree di cui sopra in prossimità di linee ed installazioni elettriche già presenti nel territorio».

Le distanze da linee e impianti elettrici sono stabilite anche nel D.Lgs. 9 aprile 2008, n 81 (Testo Unico Sicurezza sul Lavoro) e indicate nella seguente tabella:

Tensione nominale	Distanza minima consentita
Un	
kV	m
≤ 1	3
10	3,5
15	3,5
132	5
220	7
380	7

Il Decreto 29 Maggio 2008 prevede che **il gestore** debba calcolare la *Distanza di Prima Approssimazione*, definita come “la distanza in pianta sul livello del suolo, dalla proiezione del centro linea, che garantisce che ogni punto la cui proiezione al suolo disti dalla proiezione del centro linea più di DPA si trovi all’esterno delle fasce di rispetto”. In corrispondenza di cambi di direzione, parallelismi e derivazioni, viene invece introdotto il concetto di Area di Prima Approssimazione, calcolata secondo i procedimenti riportati nella metodologia di calcolo, di cui al par. 5.1.4 dell’Allegato al Decreto 29 Maggio 2008.

La materia è, poi, regolata da una norma tecnica europea, la norma CEI EN 50110-1, ed. II, 2005-2, CEI 11-48, fasc. 7523, “*Esercizio degli impianti elettrici*”. Essa prescrive le modalità operative sicure di attività di lavoro, sia sugli impianti elettrici sia nelle vicinanze degli stessi.

La materia è regolata anche da una normativa tecnica europea, sufficientemente precisa e dettagliata, ed in particolare dalla norma CEI EN 50110-1, ed. II, 2005-2, CEI 11-48, fasc. 7523, “*Esercizio degli impianti elettrici*”, che prescrive le modalità operative sicure di attività di lavoro, non solo sugli impianti elettrici ma anche nelle vicinanze degli stessi. La predetta normativa tecnica prevede l’individuazione di tre zone attorno ad una parte nuda in tensione (vedi fig. 1) da trattare ciascuna con modalità diverse.

- Zona di lavoro sotto tensione caratterizzata dalla distanza DL
- Zona di lavoro in prossimità caratterizzata dalla distanza DV
- Zona di lavoro esente da rischio elettrico per distanza $> DV$

Nei cantieri edili è necessario mantenersi nella zona esente da rischio elettrico (distanza minima $> Dv$) quando la tipologia dei lavori che vi si svolgono sono quelli contemplati nell’art. 6.4.4 sotto riportati.

6.4.4 Lavori di costruzione ad altri lavori non elettrici.

- lavori su impalcature;
- lavori con mezzi elevatori, macchine per costruzioni e convogliatori;
- lavori di installazione;
- lavori di trasporto;
- verniciature e ristrutturazioni;
- montaggio di altre apparecchiature e di apparecchiature per la costruzione.

Confronto dei limiti:

Estratto dalla Tab. A.1			Limite previsto dal D.P.R. 164/1956	Limite previsto dal D. Lgs 81/2008
Tensione nominale	Limite esterno della zona di lavoro sotto tensione	Limite esterno della zona prossima		
	DL	Dv		
kV efficaci	m	m	m	m
≤ 1	Nessun contatto	0,30	5,00	3,00
10	0,12	1,15	5,00	3,50
15	0,16	1,16	5,00	3,50
132	1,10	3,00	5,00	5,00
220	1,60	3,00	5,00	7,00
380	2,50	4,00	5,00	7,00

Il confronto della colonna Dv (distanza oltre la quale non vi è rischio elettrico) delle norme porta a concludere che anche le distanze ridotte di nuova adozione sono più che sicure. In realtà un più accurato esame del fascicolo della norma europea mette in luce che sono richieste altre condizioni da rispettare per dare un senso alle predette distanze ed in particolare:

- deve essere definito ed individuato il “posto di lavoro” ed i suoi accessi con precisione specie nei dintorni di linee aeree a conduttori nudi in tensione,
- devono essere esposti idonei segnali indicanti il rischio di elettrocuzione come stabilito dall’art. 4.8 (non sull’ingresso del cantiere come burocraticamente si fa ma nelle zone ove detto rischio si manifesta),
- deve essere sicuramente mantenuta la distanza indicata non inferiore a DV, mediante opportuni segnali visibili e sotto il controllo del responsabile del cantiere, tenendo conto:
 - o dell’oscillazione dei carichi,
 - o dell’uso dei mezzi di trasporto e di sollevamento,
 - o dell’equipaggiamento da impiegare,
 - o del fatto che le persone che operano sono “persone comuni” cioè prive di conoscenze nel settore elettrico,
 - o di quanto recita l’estratto dall’art. 6.4.4.

2.19.3 Impianto ed interferenze con le linee elettriche

L'impianto non prevede la realizzazione di alcun elettrodotto aereo, bensì solo di elettrodotti interrati in BT che sono valutati nel Quadro Ambientale.

Tuttavia l'impianto è attraversato da alcune linee in bassa tensione che interessano piccole porzioni del campo con andamento. Tutte le linee sono state trattate secondo le stesse distanze minime a vantaggio di sicurezza secondo il caso più severo.

2.20 Automazione operazioni

2.20.1 - Pulizia pannelli

Una delle poche occasioni nelle quali il personale staziona presso i pannelli per un tempo significativo, è per le operazioni di pulizia delle stringhe e dei pannelli. In particolare, per quanto attiene alle file più vicine alle linee aeree, tale operazione potrebbe prolungarsi per qualche ora, anche se molto difficilmente per più di quattro.

Tuttavia, questa attività è perfettamente automatizzabile con molti tipi di robot presenti nel mercato. Normalmente si tratta di dispositivi da posizionare sulla stringa da parte degli operatori che in seguito si muovono autonomamente per effettuare la pulizia. La quale può avvenire sia in secco come in umido. La società, in accordo con i fornitori degli inseguitori monoassiali, si doterà dei sistemi di automazione necessari per rendere questa operazione semplice e rapida, minimizzando in tutte le circostanze la presenza degli operatori. Complessivamente si stima l'operazione di pulizia (che può e deve essere anche parziale e solo quando necessaria) in circa 120.000 litri per un ciclo di pulizia con spazzole idrocinetiche che facciano uso di acqua demineralizzata senza detersivi. L'acqua sarà portata con autocisterne e travasata per l'operazione in cisternette da 2 mc portate in



Figura 108 - Esempio di robot di pulizia

situ (entro 50 metri dalla macchina pulitrice anche robotizzata) da piccoli carrelli elevatori cingolati. L'operazione, da non condurre contemporaneamente su tutto l'impianto, ma per ampie sezioni, sarà condotta in se necessario circa una volta all'anno.

Ovviamente l'acqua in tal modo impiegata fungerà anche da irrigazione sia del prato, sia della circostante mitigazione.

CODE	 Larghezza spazzola	 Sistema pulizia	 Velocità rotazione	 Velocità Max avanzamento	 Velocità Max pulizia	 Consumo acqua	 Pressione Max bar	 Dim. macchina cm	 Peso Corpo/Spazzola
MMSOLAR1	1390 mm	Spazzola Nylon 1220 mm	250 giri/min	60 m/min	1500 mq/h	≥ 6 L/min	10	93x88x60	45 12

Figura 109 - Caratteristiche robot

2.20.2 Sfalcio prato

Lo sfalcio del prato potrà essere realizzato a cura del gestore agricolo e secondo il relativo disciplinare allegato.

Si è optato per l'inerbimento controllato mediante la semina di miscugli di graminacee e leguminose.



Figura 110- Esempio di inerimento

2.21 *Descrizione del cantiere, rischi, mezzi ed attrezzature*

2.21.1 Avvertenze e misure generali

Vista l'ubicazione e le caratteristiche dell'area, occorrerà delimitare con adeguate recinzioni le zone interessate dai lavori, in modo da impedire l'accesso a persone estranee.

Anche in questo paragrafo si fa riferimento all'elaborato "*Prime indicazioni stesura piani di sicurezza*".

La viabilità sarà limitata ai soli automezzi necessari per l'esecuzione dei lavori previsti ed ai veicoli necessari per le operazioni di approvvigionamento dei materiali.

La Ditta appaltatrice dovrà applicare idonea segnaletica di sicurezza, in conformità con quanto stabilito dal D.Lgs. 81/08 e s.m.i. per rischi che non possono essere evitati o ridotti. In particolare, dovrà essere tale da avvertire un rischio alle persone esposte, vietare comportamenti che potrebbero causare pericolo, prescrivere determinati comportamenti necessari ai fini della sicurezza, attirare in modo rapido e facilmente comprensibile l'attenzione su oggetti e situazioni di lavoro che possono provocare determinati pericoli e fornire altre indicazioni in materia di prevenzione e sicurezza.

La segnaletica di sicurezza deve essere conforme alle prescrizioni riportate negli allegati del D.Lgs. 81/08, mentre per le situazioni di rischio non considerate negli allegati del D.Lgs. 81/08 deve essere fatto riferimento alla normativa nazionale di buona tecnica, applicabile nei casi specifici.

Per ogni singola area di cantiere è necessario sempre prevedere due cancelli di ingresso, tenendo conto delle seguenti disposizioni:

- l'accesso dovrà essere consentito alle sole persone debitamente autorizzate;
- la sosta dei mezzi adibiti al trasporto dei materiali sarà consentita esclusivamente nel luogo in cui avverranno le operazioni di carico e scarico;
- occorrerà fare molta attenzione nelle operazioni di ingresso e di uscita, in particolare, durante l'immissione in circolazione sulle strade principali, l'operatore deve essere coadiuvato da personale a terra.

La pianificazione ed il posizionamento dei depositi ed aree di stoccaggio, sarà curata dal Coordinatore per l'esecuzione in coordinamento con l'Impresa appaltatrice, e saranno predisposti in modo tale da non costituire alcuna interferenza né con le strutture presenti nel cantiere, né con le lavorazioni che

dovranno essere eseguite, né con l'ambiente circostante.

Tutti i macchinari e le attrezzature operanti nel cantiere dovranno, per caratteristiche tecniche, costruttive e stato di manutenzione, essere conformi o rese tali, a cura dei rispettivi proprietari, alle direttive previste dalle norme vigenti.

2.21.2 Attrezzature di cantiere

In particolare, i macchinari presenti in cantiere dovranno essere in regola con le certificazioni (certificazione CE per apparecchiature nuove, attestazione di conformità per attrezzature antecedenti al 12 settembre 1996) e non devono essere fonte di pericolo per gli addetti.

In cantiere saranno presenti almeno i seguenti mezzi, attrezzature e materiali.

1. automezzi targati e non:

- Macchine battipali per l'infissione dei pali di supporto delle strutture,
- Escavatore,
- Pala meccanica,
- Autogrù,
- Autocarri,
- Bulldozer,
- Betoniere,
- Benne, recipienti di grandi dimensioni,
- Automezzi personali,

2. Piccole attrezzature a mano:

- Saldatrici di qualsiasi tipo,
- Mezzi ed attrezzature per la realizzazione di impianti elettrici,
- Piccone, pala o badile o altra attrezzatura per battere e scavare,
- Attrezzi per il taglio,
- Pompa per calcestruzzo,
- Vibratori per calcestruzzo,
- Molazza,
- Carriola,
- Martello, mazza, piccone, pala o badile o altra attrezzatura per battere o scavare,

- Argani di qualsiasi genere,
 - Scale o piccoli ponteggi anche su ruote,
 - Gruppo elettrogeno di emergenza,
3. materiali:
- Materiali per recinzioni,
 - Cavi elettrici, prese, raccordi,
 - Materiali per la lavorazione dell'impianto di messa a terra (puntazze, cavo di rame, tubazione in PVC, morsetti, ecc.),
 - Tubi corrugati in materiale plastico,
 - Tubi in acciaio,
 - Ferro tondo,
 - Funi,
 - Tubi in polietilene,
 - Pannelli fotovoltaici,
 - Componenti vari di carpenteria metallica,
 - Pannelli metallici per opere di carpenteria,
 - Legname per carpenterie,

2.21.3 Operazioni di cantiere

Il ciclo produttivo del cantiere sarà suddiviso nelle seguenti fasi principali:

1- Fase 1

Indagini di rischio.

2- Fase 2

Approntamento del cantiere mediante realizzazione della recinzione e degli accessi e viabilità pedonali/ carrabili di cantiere, la predisposizione dell'impianto elettrico, idrico, di messa a terra di cantiere, di protezione dalle scariche atmosferiche e segnaletica di sicurezza, l'allestimento dei depositi, delle zone di stoccaggio e dei servizi igienico assistenziali.

3- Fase 3

Movimentazione, carico/scarico dei materiali (strutture metalliche, moduli fotovoltaici e componenti vari) presso i luoghi di deposito provvisori.

4- Fase 4

Infissione pali e realizzazione struttura di metallo per inseguitori

5- Fase 5

Posa dei soprastanti pannelli FTV, staffaggio e cablaggio fino a cassette di stringa.

6- Fase 6

Opere murarie per realizzazione basamenti delle cabine di trasformazione ed eventuale livellamento locale.

7- Fase 7

Realizzazione di scavi di trincea per la posa di nuovi cavidotti sino ad intercettare la cabina generale.

8- Fase 8

Collegamenti elettrici, allestimento zona inverter e quadro elettrico nella nuova cabina.

9- Fase 9

Misure elettriche e collaudi impianti.

10- Fase 10

Messa in servizio degli impianti,

11- Fase 11

Smobilizzo del cantiere, dei baraccamenti

12- Fase 12

Smantellamento recinzioni provvisorie, pulizia finale.

La realizzazione dell'impianto fotovoltaico consisterà in una serie di attività necessarie. Verranno realizzate le seguenti opere:

- 1- cabina primaria (MT/AT) di allaccio alla SE TERNA;
- 2- cabine secondarie (BT/MT) provviste di sistemi di misura e protezione situate all'interno delle singole piastre d'impianto;
- 3- cavi e conduttori di connessione;
- 4- stringhe di moduli FV e relativi meccanismi di sostegno ed azionamento;
- 5- viabilità di collegamento, sistemi di drenaggio e trattenuta suolo;
- 6- sistemi di sicurezza fisica;
- 7- realizzazione delle opere di mitigazione ambientale e di compensazione naturalistica;
- 8- realizzazione delle opere agricole produttive.

Le operazioni preliminari di preparazione al sito prevederanno una verifica puntuale dei confini e il tracciamento della recinzione d'impianto così come autorizzata. La realizzazione delle opere di mitigazione potrà avvenire in più fasi anche in base alla stagionalità.

Successivamente, a valle del rilievo topografico, verranno delimitate le aree. Si procederà all'installazione delle strutture di supporto dei moduli. Tale operazione sarà effettuata mediante l'utilizzo di trivelle da campo, mosse a cingoli, che consentono un'agevole ed efficace infissione dei montanti verticali dei supporti nel terreno, fino alla profondità necessaria a dare stabilità alla fila di moduli. Eventuali piccoli dislivelli saranno assorbiti attraverso la differente profondità di infissione. Il corretto posizionamento dei pali di supporto verrà attuato mediante stazioni di misura GPS, essendo la tolleranza di posizionamento dell'ordine del cm.

Successivamente verranno sistemate e fissate le barre orizzontali di supporto. Montate le strutture di sostegno, si procederà allo scavo del tracciato dei cavidotti e alla realizzazione delle platee per le cabine di campo.

Le fasi finali prevedono il montaggio dei moduli, il loro collegamento e cablaggio, la posa dei cavidotti interni al parco e la ricopertura dei tracciati.

Dato il raggruppamento in blocchi dell'impianto, legato alla soluzione tecnologica scelta, le installazioni procederanno in serie, ovvero si installerà completamente un blocco e poi si passerà al successivo.

Data l'estensione del terreno e le modalità di installazione descritte, si prevede di utilizzare aree interne al perimetro per il deposito dei materiali e il posizionamento delle baracche di cantiere.

Tali aree saranno delimitate da recinzione temporanea, in rete metallica, idoneamente segnalate e regolamentate, e saranno gestite e operate sotto la supervisione della direzione dei lavori.

L'accesso al sito avverrà utilizzando l'esistente viabilità locale, che non necessita di aggiustamenti o allargamenti e risulta adeguata al transito dei mezzi di cantiere. A installazione ultimata, il terreno verrà ripristinato, ove necessario, allo stato naturale.

Per le lavorazioni descritte si prevede un ampio coinvolgimento di manodopera locale e ditte locali. Come indicato anche nel paragrafo 2.17 di seguito si riporta una lista delle operazioni previste per la realizzazione dell'impianto e la sua messa in produzione. Fatta eccezione per le opere preliminari, tutte le altre operazioni presentano un elevato grado di parallelismo, in quanto si prevede di realizzare l'impianto per lotti.

Opere preliminari:

- a) operazione di rilievo di dettaglio;
- b) realizzazione recinzioni perimetrali e realizzazione delle mitigazioni (anche in fasi successive);

- c) predisposizione fornitura acqua ed energia tramite installazione di quadristica di cantiere;
- d) direzione approntamento cantiere;
- e) delimitazione dell'area di cantiere e posizionamento della segnaletica;

Opere di tipo civile:

- a) preparazione del terreno;
- b) realizzazione della viabilità interna;
- c) realizzazione basamenti delle cabine e posa dei prefabbricati;
- d) realizzazione del gruppo di conversione cabina e successivo alloggiamento.

Opere elettromeccaniche

- a) montaggio delle strutture metalliche di supporto;
- b) montaggio moduli fotovoltaici;
- c) posa cavidotti MT e pozzetti;
- d) posa cavi MT / Terminazioni cavi;
- e) posa cavi BT in CC/ AC;
- f) cablaggio stringhe;
- g) installazione inverter;
- h) installazione Trasformatori MT/BT;
- i) installazione Quadri di media;
- j) lavori di collegamento;
- k) collegamento alternata;

Montaggio del sistema di monitoraggio

Montaggio del sistema di videosorveglianza

Collaudi/commissioning:

- a) collaudo cablaggi;
- b) collaudo quadri;
- c) collaudo inverter;
- d) collaudo sistema montaggio;

Fine lavori

Collaudo finale

Connessione in rete

2.21.4 Fasi di sviluppo per sottocampi

Per ridurre i tempi delle opere si ritiene necessario definire un macro cantiere che alimenteranno quattro sottocantieri, rispettivamente delle piastre che costituiscono le macro aree.



Figura 111 – Localizzazione delle macro aree

Dopo aver predisposto la recinzione di cantiere lungo il perimetro, si procederà al tracciamento della viabilità di cantiere e alla predisposizione delle strutture temporanee che ospiteranno l'ufficio di direzione cantiere ed ufficio tecnico, l'ufficio ricevimenti merci, gli spogliatoi, i servizi igienici, la mensa e l'infermeria.

I mezzi di trasporto merci accederanno ai lotti adibiti alla ricezione dei materiali. Dopo aver superato i controlli di sicurezza ed effettuata la registrazione dei documenti di trasporto, verrà organizzato lo

scarico dei materiali e la movimentazione che sarà effettuata tramite mezzi controbilanciati e transpallet elettrici.

Nelle fasi preparatorie saranno installati i baraccamenti di cantiere, sarà predisposta un'area per il deposito del materiale ed uno spazio per i rifiuti.



Figura 112 - Ricezione, stoccaggio e movimentazione materiali, dettaglio apprestamenti piastra 2a (cantiere 1)

I siti di stoccaggio dei materiali saranno riforniti costantemente in base alle lavorazioni. In modo da garantire l'approvvigionamento dei sottocantieri che permetteranno la realizzazione in parallelo delle opere. Le prime forniture riguarderanno i materiali per la realizzazione delle recinzioni perimetrali e della viabilità interna che dovrà essere realizzata per permettere la movimentazione interna dei mezzi di cantiere.

In questa fase si procederà allo stoccaggio ed alla distribuzione nei sottocantieri delle strutture ed in particolare dei pali di fondazione in acciaio zincato che saranno infissi tramite macchine a battimento.

I bilici con i moduli fotovoltaici saranno ricevuti in cantiere solo dopo aver completato il montaggio delle strutture di supporto.

Seguendo le diverse fasi (infissione pali, montaggi pannelli, realizzazione elettrodotti, posa ed allestimento cabine, cablaggi) i sottocantieri saranno impegnati in sequenza, per ogni fase una volta completati i cantieri più distanti rispetto al polo di coordinamento centrale, si procederà radialmente con all'allestimento dei lotti più vicini.

Man mano che saranno ultimate le opere di montaggio delle strutture, dei moduli fotovoltaici, la stringatura degli inverter ed il posizionamento delle cabine BT/MT all'interno degli specifici lotti e la realizzazione delle mitigazioni ambientali, si procederà ad una riduzione graduale dell'area di cantiere.

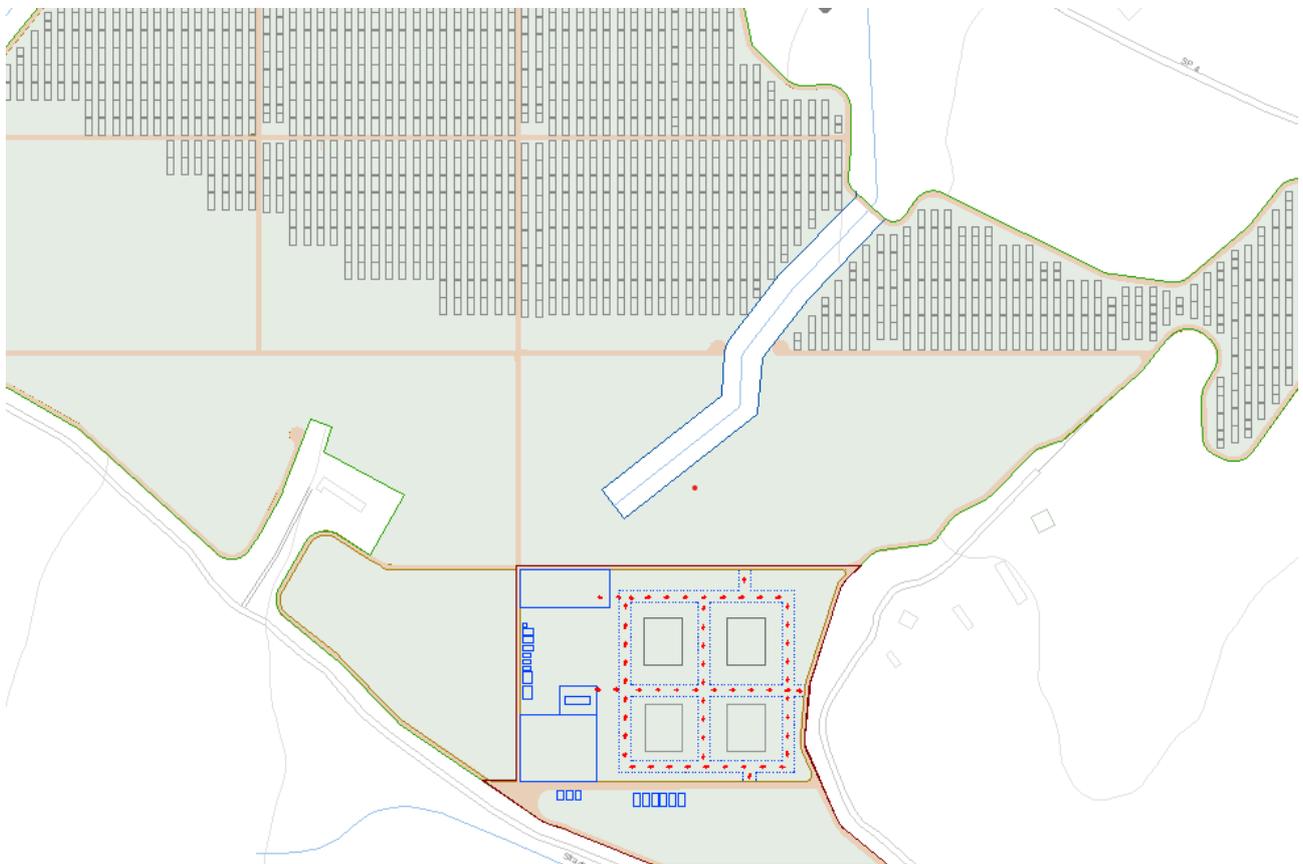


Figura 113- Cantiere durante le fasi installative strutture e moduli

Nell'ultima fase di cantiere saranno poste in opera la cabina principale di raccolta dal quale partirà il cavidotto MT esterno. Il posizionamento avverrà tramite autogrù portata 50 t dotata di braccio telescopico a sfilamento completamente idraulico.



Figura 114- Cantieri 1 e 2 durante le fasi finali

Si procederà quindi con le opere di collaudo finale in modo da poter procedere alla rimozione delle segnalazioni temporanee, le delimitazioni, e tutta la cartellonistica. Si procederà alla pulizia delle aree di stoccaggio dei materiali, allo smontaggio delle attrezzature di sollevamento e ponteggio se installate e di tutte le recinzioni provvisorie, sbarramenti, protezioni, segnalazioni e avvisi necessari ai fini della sicurezza, nonché la dismissione di tutte le misure necessarie ad impedire la caduta accidentale di oggetti e materiali, nonché lo smantellamento dei container adibito ad ufficio di cantiere.

2.22 Ripristino dello stato dei luoghi

La vita utile di una centrale è di circa 30 anni, con semplici operazioni di manutenzione ordinaria. Al termine del periodo di esercizio previsto dall'autorizzazione, salvo rinnovo della stessa previa manutenzione straordinaria (è evidente che le tecnologie di generazione di energia elettrica tra trenta anni non sono prevedibili oggi), si dovrà procedere allo smantellamento e ripristino dello stato dei luoghi.

Salvo le autorità dispongano diversamente saranno ripristinate anche le opere agrarie, e quindi le mitigazioni e le fasce di compensazione ambientale, qualora nel frattempo non si provveda diversamente (ad esempio, potrebbero nel tempo essere riscattate dagli attuali proprietari, che le concedono in Diritto di Superficie, e donate al Comune).

2.22.1 Descrizione delle operazioni

Previo idoneo titolo abilitativo e sotto il controllo di società debitamente specializzata, e previa approvazione del relativo progetto esecutivo, saranno eseguite le seguenti operazioni:

1. smontaggio delle opere civili:
 - a. ringhiera,
 - b. cabine elettriche
 - c. cabina inverter
 - d. supporti dei pannelli fotovoltaici
 - e. condutture per i cavi
2. smontaggio e messa in sicurezza delle parti elettriche:
 - a. quadri elettrici,
 - b. inverter,
 - c. trasformatori,
 - d. cavi elettrici
3. smontaggio dei pannelli
 - a. pannelli fotovoltaici
4. invio a recupero o smaltimento
5. ripristino suolo
 - a. rimozione della viabilità interna

- b. lavorazione del suolo
- c. apporto di ammendanti
- d. semina

In ordine di esecuzione tali azioni possono essere descritte nel seguente modo:

1. Rimozione dei pannelli fotovoltaici, delle strutture e dei cavi di collegamento;
2. Rimozione dei prefabbricati di cabina e dei relativi basamenti in CLS;
3. Rimozione delle fondazioni dei pannelli fotovoltaici;
4. Rimozione dei cavidotti e dei relativi pozzetti;
5. Rimozione della recinzione;
6. Rimozione della viabilità interna,
7. Ripristino del suolo.

I materiali ricavati dallo smantellamento saranno avviati alle operazioni consentite dalla norma al momento dello smantellamento (ovvero, in caso non sia significativamente variata, alle operazioni di recupero, riciclaggio e/o riuso, e, se necessario di smaltimento).

I container batterie saranno ritirati direttamente dal produttore o dall'importatore. Si ricorda che, allo stato delle cose, il D.lgs. 188/08, in recepimento della Direttiva 2006/66/CE concernente pile, accumulatori e relativi rifiuti, rappresenta il quadro normativo di riferimento nazionale per la filiera delle pile e accumulatori. Con l'emanazione di questo Decreto trova applicazione il principio della responsabilità estesa del produttore anche nel comparto delle pile e degli accumulatori, ossia la responsabilità, in capo a chi produce o immette sul mercato nazionale questi prodotti, di doversi occupare del loro corretto fine vita.

2.22.2 Cronogramma delle opere di dismissione

Le operazioni di dismissione a fine vita verranno effettuate in circa **74 giorni lavorativi** come stimato nel cronoprogramma e una presenza contemporanea massima di 70 operai.

Le attività di dismissione consisteranno nello smantellamento fino alla pulizia delle aree temporanee di stoccaggio dei materiali.

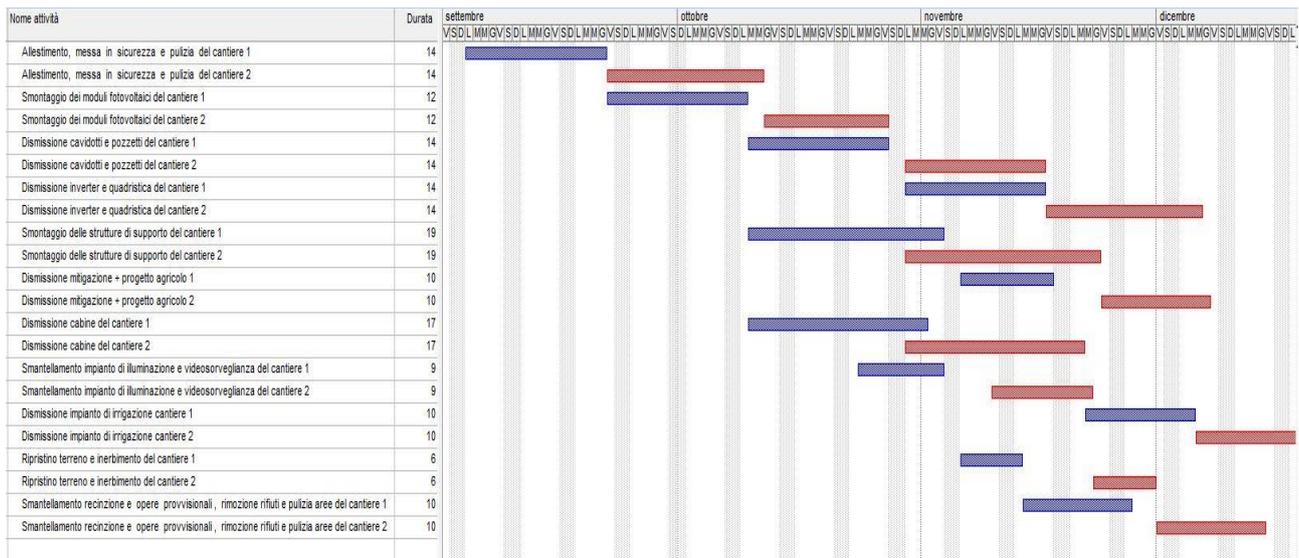


Figura 115 - Cronogramma opere di dismissione cantiere

2.22.3 Computo delle operazioni di dismissione

Come indicato nell’elaborato “*Piano di Dismissione, Computo metrico estimativo*”, il costo stimato delle operazioni di dismissione dell’impianto è di 3.862.972,60 €, da rivalutare con indice Istat.

Tale stima, da considerare ovviamente indicativa per l’enorme distanza temporale dell’evento che si cerca di descrivere, è soggetta all’ipotesi del tutto plausibile che molti materiali recuperabili (e tra trenta anni, considerando l’enorme volume delle installazioni attualmente presente nel mondo, e la crescita di queste nel tempo, saranno ancora più presenti e disponibili soluzioni di recupero) potranno essere valorizzati e/o ritirati gratuitamente. Ad esempio, come già visto, l’alluminio, il rame ed i materiali ferrosi. Considerando anzi l’andamento delle scorte mondiali di bauxite e di rame è molto probabile che alla metà del secolo tali materiali avranno un valore molto consistente.

In ogni caso, a beneficio di robustezza, nel calcolo sono stati tutti considerati a zero.

2.23 Stima dei rifiuti prodotti e materiali a recupero/riciclo

2.23.1 Rifiuti prodotti

Le attività di cantiere sono del tutto simili a qualsiasi altro cantiere per la realizzazione di un impianto elettrico.

Il cantiere produrrà le seguenti classi di rifiuti tipici:

CER 150101 imballaggi di carta e cartone

CER 150102 imballaggi in plastica

CER 150103 imballaggi in legno

CER 150104 imballaggi metallici

CER 150105 imballaggi in materiali compositi

CER 150106 imballaggi in materiali misti

CER 150110* imballaggi contenenti residui di sostanze pericolose o contaminati da tali sostanze

CER 150203 assorbenti, materiali filtranti, stracci e indumenti protettivi, diversi da quelli di cui alla voce 150202

CER 160304 rifiuti inorganici, diversi da quelli di cui alla voce 160303

CER 160306 rifiuti organici, diversi da quelli di cui alla voce 160305

CER 160604 batterie alcaline (tranne 160603)

CER 160601* batterie al piombo

CER 160605 altre batterie e accumulatori

CER 170107 miscugli o scorie di cemento, mattoni, mattonelle e ceramiche, diverse da quelle di cui alla voce 170106

CER 170202 vetro

CER 170203 plastica

CER 170302 miscele bituminose diverse da quelle di cui alla voce 170301

CER 170407 metalli misti

CER 170411 cavi, diversi da quelli di cui alla voce 170410

CER 170504 terra e rocce, diverse da quelle di cui alla voce 170503

CER 170604 materiali isolanti diversi da quelli di cui alle voci 170601 e 170603

CER 170903* altri rifiuti dell'attività di costruzione e demolizione (compresi rifiuti misti) contenenti sostanze pericolose

(in rosso i rifiuti pericolosi).

Per quanto riguarda il particolare codice CER 170504, riconducibile alle terre e rocce provenienti dagli scavi, si prevede di riutilizzarne la totalità per i rinterri, livellamenti, riempimenti, rimodellazioni e rilevati previsti funzionali alla corretta installazione dell'impianto in tutte le sue componenti strutturali (moduli fotovoltaici e relativi supporti, cabine elettriche, cavidotti, recinzioni ecc....).

Coerentemente con quanto disposto D. Lgs. 152/2006 e s.m.i., e del DPR 120/2017 il riutilizzo in loco di tale quantitativo di terre (per rinterri, riempimenti, rimodellazioni e rilevati) viene effettuato nel rispetto generale di alcune condizioni:

- L'impiego diretto delle terre escavate deve essere preventivamente definito;
- La certezza dell'integrale utilizzo delle terre escavate deve sussistere sin dalla fase di produzione;
- Non deve sussistere la necessità di trattamento preventivo o di trasformazione preliminare delle terre escavate ai fini del soddisfacimento dei requisiti merceologici e di qualità ambientale idonei a garantire che il loro impiego ad impatti qualitativamente e quantitativamente diversi da quelli ordinariamente consentiti ed autorizzati per il sito dove sono destinate ad essere utilizzate;
- Deve essere garantito un elevato livello di tutela ambientale;
- Le terre non devono provenire da siti contaminati o sottoposti ad interventi di bonifica;
- Le loro caratteristiche chimiche e chimico-fisiche siano tali che il loro impiego nel sito prescelto non determini rischi per la salute e per la qualità delle matrici ambientali interessate ed avvenga nel rispetto delle norme di tutela delle acque superficiali e sotterranee, della flora, della fauna degli habitat e delle aree naturali protette.

Per il presente progetto, si ricade nella disciplina del Titolo IV del Decreto, "Esclusione dalla disciplina sui rifiuti", e in particolare dell'art. 24 che specifica che, per poter essere escluse dalla disciplina sui rifiuti le terre e rocce da scavo devono essere conformi ai requisiti dell'art. 185, comma 1, lettera c), del D. Lgs. 152/2006 e s.m.i.

In particolare, devono essere utilizzate nel sito di produzione, la loro non contaminazione deve essere verificata in base ai disposti dell'Allegato 4, e la loro conformità deve essere verificata con la redazione di un "Piano Preliminare di utilizzo in sito" allegato al presente SIA.

2.23.2 Riciclo dei pannelli e degli altri materiali a fine vita

La grandissima maggioranza dei materiali impiegati nell'impianto sono facilmente recuperabili a termine del ciclo di vita dell'impianto.

Una opportuna operazione di smontaggio dell'impianto e la corretta divisione dei materiali durante

le operazioni, insieme alla cura di recuperare i materiali e componenti ancora riusabili, porterà al sostanziale recupero dei materiali indicati in tabella.

Chiaramente alcuni saranno interamente riciclati (1.936 t di alluminio, 158 t di rame, 2.206 t di ferro), altri saranno sottoposti ad operazioni di riuso, previa selezione (15.869 t di pietrisco, 418 t di CLS, 126 t di legno), o di recupero a mezzo di cicli termici (1.292 t di vetro, 86 t di silicio, 296 t di plastiche) altri a smaltimento, se ne frattempo non saranno stati messi a punto efficienti e sicuri procedimenti di riciclaggio.

Stima materiali (ton)													
	Quantità	U.m.	legno	pietrisco	alluminio	rame	fibra	ferro	elettronica	vetro	silicio	plastiche	CLS
Recinzione	6.288	m	126										
Misto granulare	10.579	m3		15.869									
Cavo MT alluminio (est)	92.475	m			578								6,5
Cavo MT alluminio (int)	34.581	m			301								2,4
Cavo BT alluminio	201.168	m			885								14,1
Cavo solare	433.743	m				33							30,4
Corda rame	10.015	m				5,0							0,7
Cavi in fibra ottica	6.288	m					0,3						0,4
Struttura Tracker	1.900	cad.						2.204					0,133
Inverter	155	cad.						2	3				
Moduli	86.160	cad.			172	121				1.292	86		241
Acciaio in barre	564	m						1					
Cabine (+ vol tecnici+ raccolta)	19	cad.							28,5				418
Totale			126	15.869	1.936	158	0,3	2.206	32	1.292	86	296	418

Figura 116 - Stima materiali a riciclo

Per quanto attiene i pannelli fotovoltaici, sui quali c'è un notevole grado di confusione, bisogna intanto considerare che dal 28 marzo 2014 il Decreto legge n.49/2014 “Attuazione della direttiva 2012/19/UE sui rifiuti di apparecchiature elettriche ed elettroniche (RAEE)” è stato pubblicato in Gazzetta Ufficiale. Per la prima volta, i pannelli fotovoltaici rientrano nella categoria RAEE.

La normativa prevede una suddivisione degli adempimenti in base alla grandezza degli impianti.

- Per rifiuti derivanti da **impianti con potenza inferiore a 10kWp** (“RAEE domestici”), la responsabilità dello smaltimento è a carico dei produttori presenti sul mercato nell’anno in cui si verificano tali costi, in base alla rispettiva quota di mercato. Per i proprietari è quindi gratuito.
- Per rifiuti originati da pannelli installati in **impianti con potenza superiore o uguale a 10kWp** immessi nel mercato prima del 12 aprile 2014, la responsabilità è a carico dei produttori nel caso di sostituzione ma a carico dell’utente detentore negli altri casi. Per moduli immessi nel mercato dopo il 12 aprile 2014 **la responsabilità è a carico dei produttori.**

Dunque, per l’impianto in oggetto la responsabilità nel recupero e riciclaggio dei pannelli è a carico del produttore degli stessi ed il relativo costo è stato già pagato nel prezzo di acquisto.

Inoltre, ai sensi del DM 5 maggio 2011 tutti i pannelli devono disporre di un certificato rilasciato dal

produttore o importatore dei moduli, attestante l'adesione del medesimo a un Sistema o Consorzio europeo che garantisca il riciclo dei moduli al termine della loro vita utile. PV Cycle è il sistema europeo di raccolta e riciclo del fotovoltaico che stima il grado di recupero attuale dei materiali nell'ordine del 96%.

Allo stato attuale il riciclo di un pannello fotovoltaico può avvenire con un processo semiautomatico, in uso presso diversi consorzi²⁵, che:

- stacca meccanicamente il vetro dal foglio plastico, recuperandolo.
- Sulla plastica restano attaccate tutte le altre componenti e talvolta anche frammenti di vetro.
- La macchina spazzola via il vetro e poi trita finemente il materiale rimasto che viene infine fatto passare attraverso una serie di vagli e cicloni a soffio di aria, che separano i vari materiali a secondo della loro densità. Si ottengono così:
 - o polvere di plastica,
 - o rame,
 - o argento dei contatti elettrici
 - o silicio.

Tutti questi componenti sono riutilizzabili.

In particolare il silicio, pur essendo in quantità di poche decine di grammi per pannello, è di qualità molto alta e può essere riutilizzato per applicazioni elettroniche (o per nuovi pannelli fotovoltaici).

²⁵ - Ad esempio presso RAecycle a Siracusa. https://www.askanews.it/economia/2016/02/17/raecycle-in-sicilia-primi-impianto-al-mondo-per-riciclare-tv-pn_20160217_00242/

2.24 *Manutenzione ordinaria degli impianti*

2.24.1 Premessa

Per manutenzione si intende il complesso delle attività tecniche ed amministrative rivolte al fine di conservare, o ripristinare, la funzionalità e l'efficienza di un apparecchio o di un impianto, intendendo per funzionalità la sua idoneità ad adempiere alle sue funzioni, ossia fornire le prestazioni previste, e per efficienza la sua idoneità a fornire le predette prestazioni in condizioni accettabili sotto gli aspetti dell'affidabilità, dell'economia di esercizio, della sicurezza e del rispetto dell'ambiente esterno ed interno.

Un impianto fotovoltaico collegato alla rete elettrica di distribuzione non richiede una manutenzione ordinaria impegnativa ed in genere le verifiche preventive possono essere effettuate da personale anche non specificatamente esperto in tecnologia fotovoltaica, purché in possesso dei requisiti necessari per operare su parti in tensione e solo dopo aver preso visione del “Manuale d’uso e manutenzione”. Peraltro, il generatore fotovoltaico non ha parti meccaniche in movimento, per cui la manutenzione è limitata al controllo visivo dei singoli moduli al fine di rilevare eventuali deterioramenti e/o sporcizia sulla superficie captante. In genere i moduli potrebbero essere oggetto di deposito di elementi pulviscolari che vanno ad imbrattare il rivestimento vetrato degli stessi, dovuti in generale all’inquinamento dell’aria e, nella fattispecie, ad eventuali prodotti di combustione localizzati emessi dalle canne fumarie dell’impianto di riscaldamento.

Nella stagione invernale, stagione peraltro meno significativa ai fini della producibilità rispetto alle altre, a fronte di un eventuale persistente imbrattamento dovuto alla neve potrebbe verificarsi utile procedere ad un asporto della medesima con utensili non abrasivi. Relativamente alla struttura di sostegno dei moduli, sarà necessario procedere a particolari controlli atti a verificare l’integrità e la stabilità degli elementi portanti e di fissaggio dei moduli a questi ultimi.

Il controllo delle grandezze in uscita dal generatore fotovoltaico sarà effettuato dal sistema di acquisizione dati con cui è equipaggiato il sistema. È opportuno che venga effettuata un’ispezione con cadenza almeno semestrale dei componenti del B.O.S. (Balance of system: insieme dei dispositivi necessari per trasformare e adattare la corrente continua prodotta dai moduli alle esigenze dell’utenza finale), con particolare riguardo ai cavi di collegamento stringhe inverter e al collegamento di quest’ultimi con il quadro di parallelo. Eventuali verifiche mirate a rilevare ad esempio infiltrazioni d’acqua, guasti meccanici e/o elettrici dovranno essere effettuate da personale tecnico competente, con impianto fuori servizio e rispettando le indicazioni del “manuale d’uso e manutenzione” relativo

al dispositivo oggetto di ispezione.

Tutte le operazioni di manutenzione delle attrezzature elettromeccaniche sono riportate nei relativi libretti di uso e manutenzione. Al netto della “*manutenzione correttiva*”, necessaria a seguito di guasti, il presente paragrafo individua la necessità di base della “*manutenzione preventiva*”, ovvero quelle operazioni eseguite ad intervalli predeterminati e volte a ridurre le probabilità dei guasti e salvaguardare l’efficiente funzionamento dell’impianto. Nelle operazioni di manutenzione si avrà un consumo di materiali e di pezzi di ricambio specificamente necessari allo scopo. A tal fine presso l’impianto o in aree a deposito nei pressi dello stesso andranno tenute a disposizione:

- oli lubrificanti necessari durante il normale funzionamento delle apparecchiature;
- prodotti per l’ingrassaggio di parti meccaniche in movimento;
- disincrostanti, detergenti, solventi e sostanze chimiche in genere nonché le attrezzature necessarie (scope, stracci, spugne, etc.) per l’effettuazione degli interventi mirati alla migliore conservazione degli impianti tecnologici e/o i locali ospitanti gli stessi;
- guarnizioni comuni delle valvole di intercettazione e delle rubinetterie;
- vernici nelle qualità, quantità e colore necessarie per l’espletamento delle operazioni manutentive di ritocco e/o di sostituzioni;
- viteria d’uso;
- componentistica elettrica (ed uno stock di pannelli di riserva);
- trasformatori di riserva per servizi ausiliari;
- attuatori di riserva tracker.

Le operazioni di manutenzione si distinguono tra:

- manutenzione opere civili (recinzioni, cancelli, porte, cabine, ventole)
- manutenzione opere elettriche (quadri, inverter, trasformatori, protezioni)
- manutenzione opere agricole (alberi, arnie per le api, colture)

Solo le seconde saranno assegnate a società non locali, per l’elevato grado di specializzazione e centralizzazione richiesto (naturalmente a parità di garanzia di qualità sarà data priorità a società locali).

2.24.2 Lista delle operazioni di manutenzione

Le operazioni di manutenzione “correttiva” derivano dalle verifiche sottoelencate.

Operazioni di verifica impianto elettrico ed opere connesse		
Componente	Operazione	Cadenza
Opere elettriche		
Moduli fotovoltaici	- Verifica integrità fisica, - verifica stato di pulizia, - a campione verifica dell'integrità delle cassette di terminazione e stato dei diodi di by-pass	Annuale
	- pulizia	Semestrale
Stringhe	- verifica prestazioni	Annuale
Strutture di sostegno	- Ispezione visiva	Annuale
	- Controllo dei serraggi	
Quadri elettrici	- ispezione visiva	Annuale
Dispositivi di manovra e protezione	- verifica stato di conservazione	Annuale
	- controllo elettrico e tarature	
Cablaggi	- verifica integrità	Annuale
Inverter	- ispezione visiva involucro e display	Annuale
	- pulizia aperture di areazione	
	- controllo elettrico dei dispositivi di manovra	
Impianto di messa a terra	- verifica integrità, - verifica serraggio connessioni	Annuale
	- prova di continuità tra conduttori di protezione ed equipotenziali	
	- verifica isolamento cavi	
	- verifica integrità cartellonistica	
	- integrità circuito e dispositivi del pulsante di emergenza	Semestrale
	- prova pulsanti di sgancio	
Spie indicatrici del funzionamento sugli inverter	- verifica anomalie segnalate	mensilmente
Trasformatori MT/AT	- verifica funzionamento	Semestrale
Opere civili		

Recinzioni	- verifica integrità	Semestrale
Piattaforme cabine e accumuli	- verifica visiva integrità	Annuale
Tralicci	- verifica integrità	Annuale
Opere agricole e naturali		
Impianto di irrigazione	- verifica funzionalità	Semestrale
Stato di salute alberi	- verifica parassiti, malattie, etc..	Annuale
Arnie e loro componentistica	- verifica funzionalità, parassiti, malattie,	frequente o continua (telecontrollo)

Le operazioni di manutenzione programmata e/o di sostituzione integrale sono:

Operazioni di manutenzione programmata		
Componente	Operazione	Cadenza
Opere elettriche		
Moduli fotovoltaici	- verifica funzionale, sostituzione pannelli con hot spot o altri ammaloramenti	Annuale
	- pulizia	Semestrale
Stringhe	- Verifica serraggio, sostituzione componenti ammalorate	Annuale
Strutture di sostegno	- Sostituzione componenti danneggiate	Annuale
Quadri elettrici	- Verifica sostituzione parti ammalorate	Annuale
Dispositivi di manovra e protezione	- Verifica meccanica, sostituzione	Annuale
Cablaggi	- Verifica morsetti, sostituzione eventuale	Annuale
Inverter	- Controllo visivo, verifica integrità, assistenza qualificata fornitore	Annuale
Cabine	- Controllo visivo, verifica integrità, assistenza qualificata fornitore	Annuale
Impianto di messa a terra	- Pulizia	Annuale
	- Controllo funzionalità	Semestrale
Spie indicatrici del funzionamento sugli inverter	- verifica e (eventuale) sostituzione	mensilmente
Trasformatori MT/AT	- controllo cavi, connessioni, conduttori (eventuale sostituzione)	Semestrale

Opere civili		
Recinzioni	- Controllo e riparazione	Semestrale
Piattaforme cabine e accumuli	- Verifica e riparazione	Annuale
Tralicci	- Pittura antiruggine	Annuale
Opere agricole e naturali		
Impianto di irrigazione	- pulizia	Semestrale
Olivi e altri alberi	- trattamento biologico contro parassiti	Annuale
Arnie e loro componentistica	- pulizia, trattamenti specifici	Cadenza varia

2.25 Investimento

2.25.1 Impianto elettrico ed opere connesse

Il quadro economico di investimento dell'impianto, come espresso dall'allegato "Quadro economico", prevede un investimento totale di € 38.414.311,90

Questo investimento è diviso nel seguente modo:

QUADRO ECONOMICO GENERALE Valore complessivo dell'opera privata			
DESCRIZIONE	IMPORTI IN €	IVA %	TOTALE € (IVA compresa)
A) COSTO DEI LAVORI			
A.1) Interventi previsti	28.708.573,81	10	31.579.431,19
A.2) Oneri di sicurezza	386.243,98	10	424.868,38
A.3) Opere di mitigazione	816.244,51	10	897.868,96
A.4) Spese previste da Studio di Impatto Ambientale, Studio Preliminare Ambientale e Progetto di Monitoraggio Ambientale	60.000,00	22	73.200,00
A.5) Opere connesse (dismissione + opere agricole)	3.813.509,49	10	4.194.860,44
TOTALE A	33.784.571,79		37.170.228,97
B) SPESE GENERALI			
B.1 Spese tecniche relative alla progettazione, ivi inclusa la redazione dello studio di impatto ambientale o dello studio preliminare ambientale e del progetto di monitoraggio ambientale, alle necessarie attività preliminari, al coordinamento della sicurezza in fase di progettazione, alle conferenze di servizi, alla direzione lavori e al coordinamento della sicurezza in fase di esecuzione, all'assistenza giornaliera e contabilità,	400.000,00	22	488.000,00
B.2) Spese consulenza e supporto tecnico	60.000,00	22	73.200,00
B.3) Collaudo tecnico e amministrativo, collaudo statico ed altri eventuali collaudi specialistici	151.494,39	22	184.823,16
B.4) Spese per Rilievi, accertamenti, prove di laboratorio, indagini (incluse le spese per le attività di monitoraggio ambientale)	50.000,00	22	61.000,00
B.5) Oneri di legge su spese tecniche B.1), B.2), B.4) e collaudi B.3)	20.400,00	22	24.888,00
B.6) Imprevisti	337.845,72	22	412.171,78
B.7) Spese varie			
TOTALE B	1.019.740,11		1.244.082,93
C) eventuali altre imposte e contributi dovuti per legge (...specificare) oppure indicazione della disposizione relativa l'eventuale esonero.			
"Valore complessivo dell'opera" TOTALE (A + B + C)	34.804.311,90		38.414.311,90

Figura 117 - Quadro economico

2.25.2 Investimento mitigazioni e compensazioni

Le opere di mitigazione e compensazione hanno un costo complessivo di € **897.868,96**.

OPERE A VERDE				
Vegetazione	Superficie/lunghezza	Quantità	Prezzo unitario medio	Prezzo totale
Fornitura arbusti in contenitore 7-9 litri				
<i>Crataegus monogyna</i>		48,00	61,20	2.937,60 €
<i>Myrtus communis</i>		435,00	14,70	6.394,50 €
<i>Pistacia lentiscus</i>		1062,00	17,20	18.266,40 €
<i>Prunus spinosa</i>		53,00	15,40	816,20 €
<i>Rhamnus alaternus</i>		529,00	13,50	7.141,50 €
<i>Rosa sempervirens</i>		2119,00	15,40 €	32.632,60 €
<i>Rosmarinus officinalis</i>		829,00	16,40 €	13.595,60 €
Subtotale arbusti		5075,00		81.784,40 €
Fornitura erbacee perenni in contenitore 2 litri				
<i>Iris pseudacorus</i>		148,00	4,60 €	680,80 €
Fornitura alberi circ 14/16 cm e altezza 200 cm				
<i>Quercus ilex</i>		569,00	229,30 €	130.471,70 €
<i>Quercus suber</i>		60,00	162,20 €	9.732,00 €
Subtotale alberi		629,00		140.203,70 €
Realizzazione tappeto erboso su tutta l'area di progetto (incluso prato pascolo interno al campo ma escluso viabilità interna)		715.600,00	0,20 €	143.120,00 €
Messa a dimora piccoli arbusti con altezza <1 m		148,00	9,07 €	1.342,36 €
Messa a dimora arbusti		5.075,00	19,11 €	96.983,25 €
Messa a dimora alberi di circonferenza 14/16 cm		629,00	110,00 €	69.190,00 €
Impianto d'irrigazione per la fascia di mitigazione		141.470,00	2 euro /mq	282.940,00 €
TOTALE				816.244,51 €

A questa somma va aggiunto l'investimento per l'apicoltura, come di seguito specificato:

- € 91.080.00

prato fiorito		
miscugli semi	60,00	€/kg
	30,00	kg/ha
	1.800,00	€/ha
lavorazioni	2.000,00	€/ha
superficie	16,1	ha
costo totale	61.180,00	€
apicoltura		
sciame con regina	80,00	€/sciame
arnie	60,00	€/arnia
telaini	8	€/arnia
escludi regina	3.000,00	€cadauna
fogli cerei	1.500,00	€
melari	300,00	€/arnia
smielatore	1.000,00	€cadauna
maschere e varie	2.000,00	€
numero arnie	50	
Costo totale	29.900,00	€
TOTALE APICOLTURA	91.080,00	€

2.25.3 Parte produttiva agronomica

L'investimento della parte agronomica, interamente sostenuto dall'investitore agricolo, è stimata in 592.000,00 €, secondo la seguente tabella:

Capex	(592)
Set-up Costs	(389,3)
Infrastructure	(76,2)
Support System	(40,2)
Land Preparation	(36,0)
Fertilization	-
Plantation	(113,2)
Cost of plants	(91,3)
Workforce	(21,9)
Irrigation system	(200,0)
Machinery	(102,8)
Tractor	(40,0)
Harvester	-
Special Atomizer	(24,0)
Forage Harvester	-
Chemical Weeding Machine	(3,2)
Pruner	(22,0)
Pruner for low branches	(3,6)
Farming Trailer	(10,0)
Other Contingencies	(100)

2.26 Bilanci energetici ed ambientali

2.26.1 Emissioni CO₂ evitate e combustibili risparmiati

L'impianto produce importanti e ben quantificabili effetti sull'ambiente gassoso, poiché porta il proprio contributo al perseguimento degli obiettivi di Parigi; nella sua normale vita produttiva consentirà il risparmio di fonti fossili e di emissioni di anidride carbonica nelle seguenti misure:

- combustibili fossili risparmiati 17.359 tep/anno
- emissioni di CO₂ evitate 28.954 t/anno

Ciò oltre ad altre azioni bio-impattanti, rappresentate su larga scala dall'effetto serra e dalle piogge acide, alle quali contribuirebbero le seguenti quantità (evitate in base al mix regionale di emissioni) *nel sistema regionale*:

fattore di emissione	mix energetico italiano	unità di misura	emissioni evitate 30 anni	emissioni evitate 1° anno	unità di misura
anidride carbonica (CO ₂)*	312,0	g/KWh	868.608	28.954	tCO ₂
ossidi di azoto (Nox)	227,4	mg/Kwh	633.082	21.103	t/Nox
Ossidi di zolfo (Sox)	63,6	mg/Kwh	177.062	5.902	t/Sox
composti organici volatili (COV)	83,8	mg/Kwh	233.299	7.777	t/COV
Monossido di carbonio (CO)	97,7	mg/Kwh	271.997	9.067	t/CO
Ammoniaca (NH ₃)	0,5	mg/Kwh	1.281	43	t/NH ₃
particolato (PM10)	5,4	mg/Kwh	15.034	501	t/PM10

* Fonte "Fattori di emissione atmosferica di gas ad effetto serra nel settore elettrico" Ispra 2020

2.26.2 Territorio energy free

La produzione elettrica interamente senza emissioni e da fonte rinnovabile garantita dall'impianto corrisponde al consumo annuale domestico di ca. 28.000 famiglie. In base alle stime Terna²⁶ il consumo domestico per abitante della Sardegna si è attestato nel 2018 a 1.352 kWh/anno (mentre quello totale a ben 8.424 kWh/kW).

La produzione dell'impianto, dunque, potrebbe coprire i consumi domestici di ca 70.000 persone (ed i consumi totali di 11.000 persone).

²⁶ - https://download.terna.it/terna/Annuario%20Statistico%202018_8d7595e944c2546.pdf p.122

In altre parole, in seguito all'intervento i comuni del comprensorio potrebbero (acquistando l'energia e la relativa certificazione dall'impianto) qualificarsi come "carbon free" a km 0. Interamente alimentati da energia elettrica prodotta localmente da fonte rinnovabile.

2.26.3 Vantaggi per il territorio e l'economia

In base a questo bilancio l'impianto produrrà in 30 anni circa 2.800 GWh, produrrà vantaggi fiscali (stimati in riferimento agli utili attesi) di 23 Ml €. Cosa anche più importante, nel periodo di esercizio comporterà per il paese la mancata importazione di 700.000.000 mc di metano, per un costo di oltre un miliardo € ai folli prezzi di oggi.

La riduzione della bolletta energetica, con riferimento alle fonti fossili, e della dipendenza del paese (e dell'Europa) è una precisa politica di rilevante rango, come si può leggere nel "Quadro Generale".

L'impianto, dunque, senza comportare alcun costo per il bilancio pubblico o le bollette energetiche (essendo del tutto privo di incentivi), produrrà significativi vantaggi per l'economia locale, quella regionale e nazionale, vantaggi fiscali cumulati superiori allo stesso investimento (interamente condotto con risorse private) e notevole beneficio per il bilancio energetico e commerciale del paese. Ciò per tacere del beneficio ambientale locale (come noto, a causa della priorità di dispacciamento, i 5.000 GWh prodotti dalla fonte solare eviteranno che gli stessi siano prodotti da fonti più inquinanti senza priorità di dispacciamento, come il carbone o il gas naturale in centrali obsolete senza cogenerazione).

2.27 Monitoraggi

2.27.1 Monitoraggi elettrici

L'impianto in fase di esercizio sarà telecontrollato da remoto per quanto attiene alla produzione elettrica e tutti i relativi sottosistemi.

Il sistema di telecontrollo si connette al pannello di interfaccia omologato ENEL DK 5740 o equivalente. Lo scopo è sorvegliare il funzionamento della rete e in caso di anomalie comandare l'apertura del dispositivo d'interfaccia e disalimentare l'impianto.

Le funzioni principali sono:

- 1- sorvegliare le tensioni di rete e attuare la protezione per minima o massima tensione, facendo diseccitare il relè finale di scatto. La disconnessione avviene entro 0,1 sec.
- 2- Sorvegliare la frequenza e protezione per la minima e massima frequenza facendo diseccitare il relè finale di scatto.

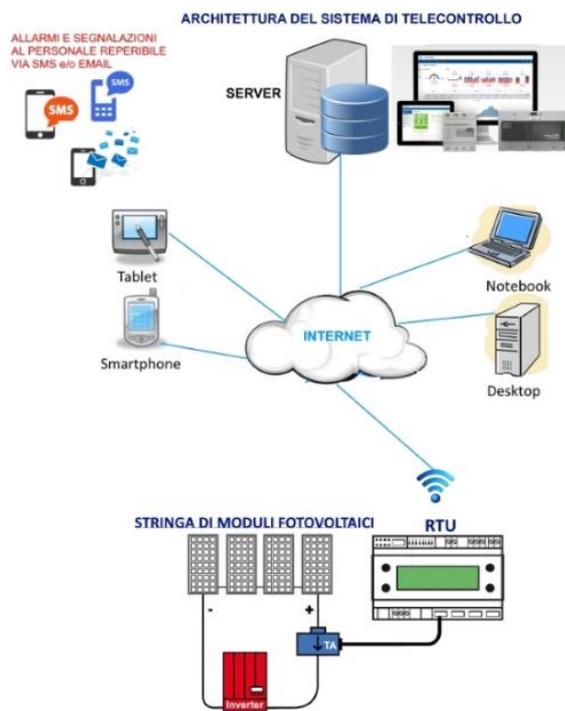


Figura 118 - Schema sistema di telecontrollo

Tutti i dati acquisiti dal dispositivo datalogger (energia, potenza istantanea, tensione, corrente, stato, allarme, guasto) saranno trasmessi al server remoto e resi disponibili per una visualizzazione protetta da crittografia. Il server in automatico predisporrà rapporti periodici di funzionamento che saranno archiviati e inviati ai responsabili e supervisor.

Il sistema complessivamente renderà i seguenti dati:

- Monitoraggio di ogni stringa dell'impianto fotovoltaico
- Monitoraggio della potenza istantanea e dello stato dell'inverter
- Monitoraggio dei dati provenienti dai sensori in campo (esempio temperatura, vento, irraggiamento)
- Allarme in caso di guasto e/o anomalie tramite SMS e/o email
- Misura dell'energia autoprodotta
- Misura dell'energia immessa in rete
- Misura dell'energia autoconsumata
- Previsione del rendimento annuale dell'impianto fotovoltaico
- Storici Tabellari e Grafici dei consumi, dell'energia prodotta, autoconsumata in sito ed immessa in rete

La stazione meteorologica sarà composta da:

- Piranometro e cella di riferimento per ogni sottocampo con omogeneo orientamento
- Sonde di temperatura per ogni sottocampo con omogeneo orientamento
- 1 termometro per la temperatura esterna
- 3 anemometri posti nella sezione Nord, Centro e Sud del campo

2.27.2 Monitoraggio rumore ed elettromagnetismo

Rumore

La relazione tecnica previsionale sul Rumore, redatta e sottoscritta dall'ing. Patrizia Zorzetto, iscritta all'Elenco Nazionale dei Tecnici Competenti in Acustica al n. 6732 ha accertato che i limiti di immissione di onde sonore (Leq 70 dB diurni e 60 dB notturni) sono rispettati dal progetto di impianto, tenendo conto delle misurazioni del fondo effettuate.

Le misurazioni sono state condotte sui punti sensibili, come meglio esplicitato nel paragrafo 3.7.1. sui medesimi punti, con cadenza annuale, saranno condotte ulteriori misurazioni come parte del "Rapporto Ambientale" che l'impianto trasmetterà al Comune ed all'Arpa entro marzo di ogni anno.

Elettromagnetismo

Nella stessa occasione saranno condotte misurazioni delle emissioni elettromagnetiche nei pressi delle cabine dell'impianto, al limite della distanza di DPI di 4,6 mt come calcolato nella Relazione

“Valutazione di impatto elettromagnetico” e riportato nel paragrafo 3.7.2.2. Inoltre, in almeno tre punti dell’elettrodotto MT di collegamento con la Stazione AT di consegna.

2.27.3 Monitoraggio ambiente naturale e biodiversità

Quale parte del “*Rapporto Ambientale*” annuale sarà prodotta una relazione agronomica circa lo stato di salute delle presenze arboree e naturali insediate sia a titolo di mitigazione, sia di impianto produttivo e della produzione caprina.

Dato che uno degli obiettivi del progetto è di garantire il potenziamento, e non solo la mera tutela, della biodiversità nell’area, sotto il controllo e la responsabilità di un naturalista certificato, preferibilmente di livello universitario, da scegliere tra i professionisti locali, sarà condotta una campagna di monitoraggio annuale della presenza di specie (rilievi faunistici) nidificanti su alberi e cespugli, della entomofauna e della erpetofauna. Come indicato nel paragrafo 2.15.4 questi rilievi fitosociologici saranno condotti nelle aree di rinaturalizzazione e saranno finalizzati a mettere in evidenza i rapporti quali-quantitativi con cui le piante occupano lo spazio, sia geografico sia ecologico, in equilibrio dinamico con i fattori ambientali, abiotici e biotici che lo caratterizzano.

Il Rapporto e la metodologia seguita rispetteranno il “*Manuale per il monitoraggio di specie e habitat di interesse comunitario in Italia*” dell’ISPRA²⁷ (anche se l’area non sarebbe tenuta).



Figura 119- Ispra. “Manuale per il monitoraggio di specie e habitat di interesse comunitario in Italia”

²⁷ - <https://www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/manuali-e-linee-guida/manuali-per-il-monitoraggio-di-specie-e-habitat-di-interesse-comunitario-direttiva-92-43-cee-in-italia-habitat>

2.28 Cronogramma generale

La realizzazione del cantiere prevede un impiego massimo contemporaneo di 260 operai. E' previsto che le opere vengano realizzate in circa 174 giorni lavorativi.

All'interno del cronoprogramma non sono considerate le tempistiche necessarie per l'approvvigionamento dei materiali. Sarà responsabilità della committenza, dei fornitori e delle imprese installatrici una corretta pianificazione delle forniture in modo tale da assicurare la presenza del materiale nelle corrette quantità tali da non ritardare l'avvio delle singole fasi di lavorazione.

Nella tabella successiva viene dettagliata la durata delle singole attività necessarie alla realizzazione dell'opera.

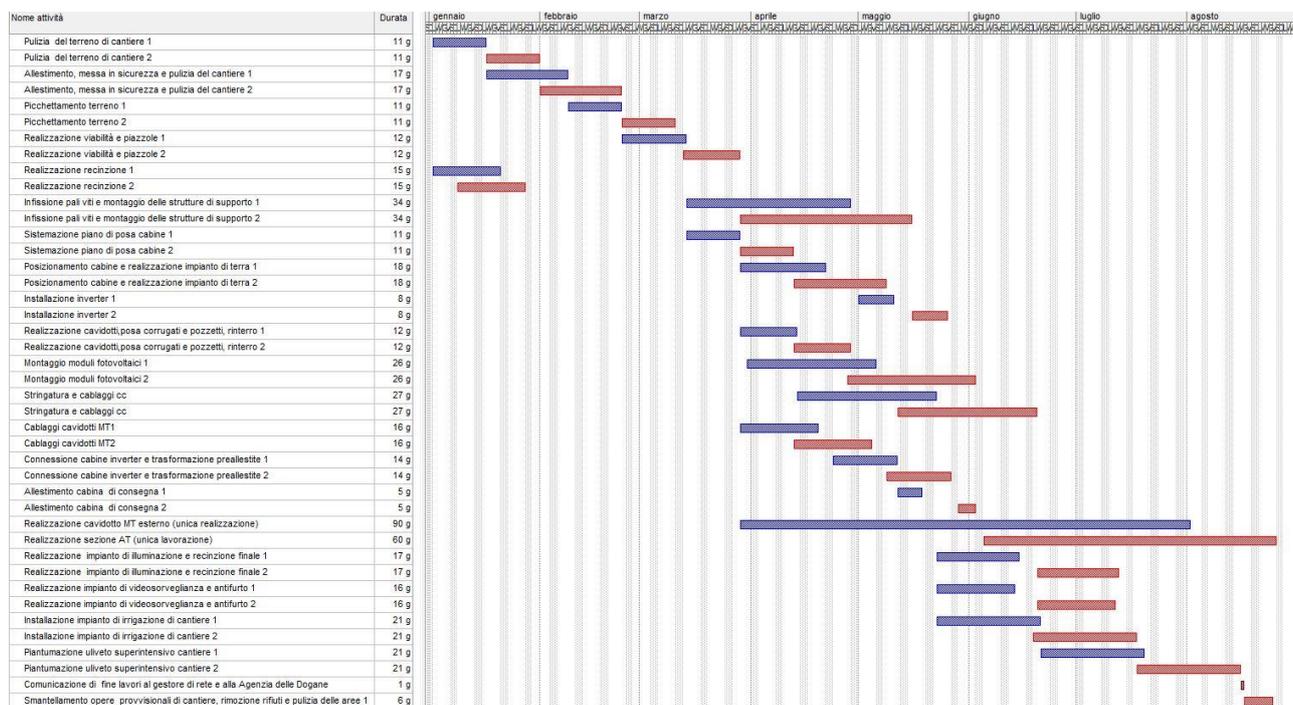


Figura 120 – Cronogramma

2.29 Conclusioni del Quadro Progettuale

Nel Quadro Progettuale è stato descritto sinteticamente il progetto, riportando tutte le informazioni rilevanti su caratteristiche, localizzazione e dimensioni. Inoltre esso descrive le misure progettate per evitare e compensare gli impatti negativi, le misure di monitoraggio, le ragioni delle scelte.

L'impianto si presenta in un'ampia area libera, a Nord dell'abitato di Pabillonis, a poco meno di due chilometri di distanza *dal quale non è visibile, per la conformazione perfettamente pianeggiante del sito.*



Figura 121 - veduta dal confine di Pabillonis, lungo la SP 4

Complessivamente, è stato proposto un impianto da ca 52 MW in immissione su una superficie complessiva di 80 ha, di cui 66 recintati.

Il progetto è proposto in assetto “agrofotovoltaico” ai sensi delle “Linee Guida” emanate dal Mite a giugno 2022 (cfr. & 0.4.2). Si configura quindi come un “sistema complesso composto dalle opere necessarie per lo svolgimento dell’attività agricola in una data area e da un impianto agrovoltaico installato su quest’ultima che, attraverso una configurazione spaziale ed opportune scelte tecnologiche, integri attività agricola e produzione elettrica, e che ha lo scopo di *valorizzare il potenziale produttivo di entrambi i sottosistemi*, garantendo comunque la continuità delle attività agricole proprie dell'area”.

Nel progetto il potenziale produttivo di entrambi i sottosistemi è valorizzato a livello pienamente industriale.

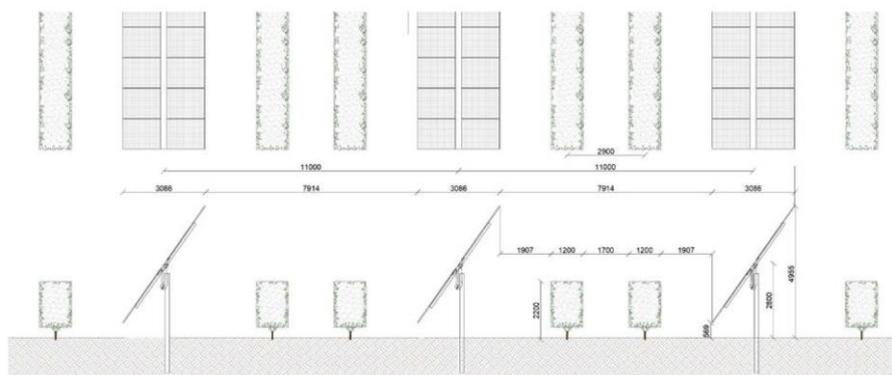
Si tratta, quindi:

- 1- Di un impianto fotovoltaico costituito da 86.160 moduli fotovoltaici da 610 Wp, 155 inverter di stringa da 320 kW, 18 cabine di trasformazione, 1 cabina di raccolta. Connesso alla RTN con un elettrodotto collegata in antenna a 36 kV sulla sezione 36 kV di una nuova Stazione Elettrica (SE) di trasformazione della RTN a 220/150/36 kV, da inserire in entra – esce alla linea RTN 220 kV “Sulcis - Oristano”. La superficie impegnata dai pannelli alla massima estensione è di 15,3 ha (19% del lotto).
- 2- Di un **uliveto superintensivo composto da 55.000 piante** ed affidato ad un **investitore professionale** tra i più importanti nello scacchiere nazionale. La superficie agricola produttiva totale (considerando l’area di sedime dell’uliveto e i relativi spazi di lavorazione necessari e liberi al momento delle stesse) è di 53,4 ha (66,8% del lotto).
- 3- Di una intensa mitigazione e area di continuità ecologica (630 alberi e 5.000 arbusti), che va conteggiata come area agricola complementare e connessa (del resto nella tradizione locale, in cui sono presenti barriere frangivento a margine di ogni campo), di complessivi 14 ha (17,5% del lotto).

In sintesi, si possono assumere i seguenti valori:

Aree specializzate	Superficie (mq)	Percentuale su totale
Usi produttivi agricoli e naturali	674.000	84,3 %
Usi produttivi elettrici	91.000	11,4 %
Viabilità (a servizio di entrambi)	35.000	4,3%

Chiaramente gli spazi di manovra e lavorazione, per manutenzioni e movimento mezzi, sono in condivisione tra le due dimensioni del progetto produttivo.



Gli usi produttivi agricoli utilizzano direttamente oltre il 70% dell'area di progetto e l'attenzione alla qualità e salvaguardia del suolo in tutto. La superficie netta, calcolata come proiezione ortogonale a terra dei pannelli in posizione orizzontale (massimo impegno) è del 19,12% del complessivo terreno disponibile. In questo caso, tuttavia i pannelli in posizione orizzontale lasceranno uno spazio utile per piccole lavorazioni di ca 2,8 metri di altezza.

La metà del suolo è concretamente utilizzata da **una attività agricola di mercato, ad alto investimento** e con applicazione di tecnologie innovative, adatta al tipo di suolo del sito (a seguito di indagini specifiche), con un sesto di impianto ed una interfila fotovoltaica che sono state oggetto di una progettazione integrata multidisciplinare lungo diversi mesi. La produzione attesa è di 61.000 litri di olio (4.400 quintali di olive).



Figura 122 - Partner industriale agricolo

Il **contratto a lungo termine** con la società Olio Dante stabilisce il ritiro dell'intera produzione ad un prezzo stabilito e prevede un fatturato di ca 245.000,00 euro all'anno, con la messa a regime dal terzo anno ed il 40% della produzione dal secondo.

La co-progettazione tra i due gruppi di lavoro, afferenti ai due investitori, ha portato ad individuare una soluzione che prevede:

- tracker alti, distanziati 11 metri;
- due siepi di olivi per ogni canale di coltivazione;
- reti di trasporto energia e fertilizzanti accuratamente calibrate per non andare in conflitto;
- percorsi dei mezzi per le operazioni rispettive di manutenzione e trattamento attentamente valutati e dimensionati;
- procedure di accesso, gestione, interazione discusse ed approvate in protocolli legalmente consolidati;

- accordi commerciali tra le parti definiti al giusto livello di definizione e stipulati ante l'avvio del procedimento.

Il progetto, che non prevede alcuna alterazione del normale scorrimento delle acque o interventi sui profili altimetrici e le linee di impluvio o compluvio, sviluppa una **potenza nominale (di picco) complessiva di 52.558 kWp**. Ed è costituita da 86.160 moduli fotovoltaici in silicio cristallino.

L'energia prodotta annuale sarà di 92.831.429 kWh. L'impianto utilizza in massima parte strutture di sostegno ad inseguitore monoassiale a doppio pannello, fissate al terreno con pali di fondazione metallici battuti e senza alcun blocco di fondazione, gli inverter saranno del tipo distribuito. Saranno disposte 18 cabine di trasformazione BT/MT e 155 inverter distribuiti.

L'energia prodotta sarà dispacciata attraverso un elettrodotto interrato che correrà per lo più lungo la strada pubblica, secondo le specifiche e raccomandazioni comunali, provinciali e statali, per ca 10 km fino alla stazione elettrica TERNA (cfr. 2.7.7). Saranno disposti tutti i più avanzati sistemi di sicurezza elettrica e di controllo e monitoraggio (cfr. 2.7.5) e le politiche gestionali più esigenti (cfr. 2.9).

Tra le alternative valutate nel corso del lungo processo di scelta e decisione, ci sono numerose alternative di localizzazione (cfr. 2.10.1), alternative di taglia e potenza (cfr. 2.10.2), tecnologiche (cfr. 2.10.3), e riguardanti compensazioni e mitigazioni (cfr. 2.10.4). Durante le varie fasi analitiche il sito è stato valutato idoneo, ma la potenza è stata ridotta del 10%, rispetto a quella inizialmente programmata, per dare spazio alla mitigazione necessaria per il potenziamento della biodiversità, la protezione del paesaggio e per consentire la produzione agricola al massimo livello di efficienza (effetto frangivento).

In definitiva una dimensione caratterizzante e sulla quale è stata spesa molta energia progettuale dell'impianto "*Energia dell'Olio*" è l'intervento agrario che cerca di realizzare un sistema "agro-voltaico" realmente integrato ed effettivamente sostenibile che dia adeguato spazio ad una produzione agricola non marginale ed a importanti presidi di biodiversità e naturalità.

Questa dimensione del progetto assolve ai seguenti compiti:

- 1- *Mitiga l'inserimento paesaggistico dell'impianto tecnologico* cercando nella misura del possibile non solo di non farlo vedere, quanto di inserirlo armonicamente nei segni preesistenti. Lasciando, quindi, inalterati al massimo i caratteri morfologici dei luoghi,

garantendo spessi insediamenti di vegetazione confinale (tratto comunque presente nel territorio, con riferimento in particolare ai bordi delle strade) particolarmente attenta alla riduzione della visibilità dalle abitazioni circostanti e dalle infrastrutture viabilistiche.

- 2- *Riqualifica il paesaggio*, evidenziando progettualmente le linee caratterizzanti, che si presentano oggi residuali, le linee di impluvio o le macchie vegetali presenti, dove possibile assecondando le trame catastali e l'andamento orografico del sito.
- 3- *Tutela gli ecosistemi e la biodiversità*, allo scopo di migliorare con il progetto e gli ingenti investimenti naturalistici proposti la qualità dei luoghi, incrementando in particolare la variabilità vegetazionale.
- 4- *Salvaguarda le attività rurali*.

Questa scelta è in linea con le migliori pratiche internazionali ed una delle pratiche più studiate, sia in Europa come in Usa (cfr. paragrafo 2.15.1) a tutela della biodiversità e della perfetta armonizzazione tra dimensioni produttive (ed estetiche) del progetto.

Completano il Quadro Progettuale le indicazioni sulla sicurezza (2.17, 2.18), il cantiere (2.20, cronogramma 2.27), il ripristino dello stato dei luoghi, con relativa tempistica e costi (2.21), la definizione della tipologia e gestione dei rifiuti prodotti e materiali a riciclo (2.22), le manutenzioni (2.23). Da ultimo i bilanci energetici ed ambientali (emissioni evitate, vantaggi territoriali, cfr paragrafo 2.25) e il monitoraggio (elettrico, rumore ed elettromagnetismo, ambiente naturale e biodiversità, cfr. paragrafo 2.26), oggetto peraltro anche dell'allegato PMA.

Infine, il quadro di investimento (2.24) che assomma complessivamente a circa 38 milioni di euro (inclusa Iva e costi di progettazione e sicurezza). Dei 38 milioni di investimento netto la parte naturalistica e agricola produttiva incide per ca 0,9 milioni (2,5 %), ma impiega pienamente e con accordi contrattuali precisi e vincolanti oltre il 70% del suolo di impianto.

Indice delle figure:

Figura 1 - Cella fotovoltaica	6
Figura 2 - Pannello fotovoltaico.....	7
Figura 3 - Render fotorealistico con prato fiorito	13
Figura 4 - Schizzo dell'assetto impiantistico: un filare FV e due siepi ulivicole alternate	15
Figura 5 - Lay generale dell'impianto.....	16
Figura 6 - Veduta dalla Strada Provinciale 4, nel punto più vicino all'impianto	17
Figura 7 - Impianto e abitato di Pabillonis.....	18
Figura 8 - Particolare frangivento ed eolico.....	21
Figura 9 - Veduta del terreno, verso pale eoliche	22
Figura 10 - Veduta del terreno, particolari.....	22
Figura 11- Vedute terreno con pale eoliche, verso NORD	23
Figura 12 - Sezione tipo dell'assetto agrovoltaico	26
Figura 13 - Schizzo in acquerello dell'interno impianto	26
Figura 14 - Ubicazione della nuova SE	27
Figura 15 - Particolare impianto verso l'abitato di Pabillonis	28
Figura 16 - Vedute del modello 3D (volo d'uccello).....	29
Figura 17 - Particolare terreno nel lotto di impianto.....	31
Figura 18 - Mappa bacino topografico.....	32
Figura 19 - Esempio di fertirrigazione a goccia ulivo	33
Figura 20 - Suddivisione delle piastre e delle cabine.....	35
Figura 21- Schema inseguitori	36
Figura 22 - Tracker monoassiali (esempio)	37
Figura 23 - Moduli fotovoltaici.....	38
Figura 24 - Caratteristiche tecniche degli inverter SUNGROW modello SG350HX.....	39
Figura 25 - Efficienza inverter	41
Figura 26 - Cabina tipo MT/BT	41
Figura 27 - Cabina di raccolta e control room	42
Figura 28 - Cabina di raccolta.....	43
Figura 29 - Schema AT	44
Figura 30 - Caratteristiche tecniche elettrodotto di consegna alla SE	45
Figura 31 - Percorso fino alla sottostazione.....	46
Figura 32 - Particolare strada interpoderale	46
Figura 33 - Particolare strada interpoderale	46
Figura 34 - Particolare strada interpoderale	47
Figura 35 - Particolare strada interpoderale	47
Figura 36 - Particolare strada interpoderale	47
Figura 37 - Attraversamento piccolo ponticello	47
Figura 38 - Ancora strada interpoderale	48
Figura 39 - Tratto finale strada interpoderale	48
Figura 40 - Secondo ponticello	48
Figura 41 - Particolare ponte.....	49
Figura 42 - Area industriale	49
Figura 43 - Incrocio con SP 69	49
Figura 44 - Strada provinciale.....	49
Figura 45 - Strada provinciale.....	50
Figura 46 - Strada provinciale.....	50
Figura 47 - Strada Provinciale	50
Figura 48 - Strada provinciale.....	50

Figura 49 - Strada provinciale.....	51
Figura 50 - Tratto finale della SP, ponticello.....	51
Figura 51 - Strada provinciale.....	51
Figura 52 - Strada provinciale.....	51
Figura 53 - Incrocio con SS 126	52
Figura 54 - Innesto su Strada Statale 126	52
Figura 55 - SS 126	52
Figura 56 - SS 126	52
Figura 57 - SSP 126	53
Figura 58 - SS 126	53
Figura 59 - SS 126	53
Figura 60 - SS 126	53
Figura 61 - Incrocio con Strada comunale	54
Figura 62 - Strada comunale	54
Figura 63 - Tratto finale	54
Figura 64 - Arrivo SE a sottostazione utente	54
Figura 65 - Cavidotti BT interni	55
Figura 66 - Esempio di impianto di terra	58
Figura 67 - Schema rete di distribuzione, Italia	60
Figura 68 - Schema connessione impianto	61
Figura 69 - Identificazione catastale SE	62
Figura 70 - Schema ombreggiamento con impianto ulivicolo.....	65
Figura 71 - Simulazione producibilità, sommario	66
Figura 72 - Ssimulazione producibilità, dati	67
Figura 73 - Simulazione producibilità, modello	68
Figura 74 - Simulazione producibilità, diagrammi	69
Figura 75 - Simulazione producibilità, perdite	70
Figura 76 - Simulazione producibilità, output	71
Figura 77 - Particolare fascia di interposizione e continuità ecologica	76
Figura 78 - Sezione-tipo strade interne in misto stabilizzato.....	77
Figura 79 - Sezione tipo di elettrodotto BT	78
Figura 80 - Cabina tipo	78
Figura 81 - Recinzione, particolare.....	80
Figura 82 - Particolare palo di illuminazione e videosorveglianza.....	81
Figura 83 - Veduta dell'area.....	84
Figura 84 - Dettaglio tipologico della mitigazione a dieci anni dall'impianto	87
Figura 85 - Stralcio del progetto del verde suddiviso per aree funzionali	88
Figura 86 - Layout d'impianto con progetto del verde.....	90
Figura 87 - Schema illustrativo della dinamicità tra foresta e siepi. (Lorenzoni, 1998, modificato)	91
Figura 88 - Esempio di un tratto di mitigazione	96
Figura 89 - Identificazione delle aree di monitoraggio della piccola fauna.....	99
Figura 90 - Monitoraggio della fauna	100
Figura 91 - Esempio di uliveto superintensivo in fase di raccolta	102
Figura 92 - Schema dei rapporti di investimento	103
Figura 93 - Uliveti.....	104
Figura 94 - Giare contenti olio.....	105
Figura 58 - Particolare del modello 3D in posizione orizzontale (ore 13.00).....	110
Figura 59 - Particolare del modello 3D in posizione verticale (ore 18.00).....	110
Figura 97 - Schema attività ed interferenze	112
Figura 98 - Esempio attività di raccolta	112
Figura 97 - Schema alternanza filari FV e doppi filari ulivicoli durante la raccolta	113

Figura 99 - Schema di impianto ulivicolo a dimora.....	115
Figura 100 - Frangitura delle olive	118
Figura 101 - Olive durante la selezione	118
Figura 102 - Storica pubblicità al "Carosello" (1962) dell'Olio Dante	119
Figura 103 - L'impianto di produzione di Olio Dante.....	119
Figura 104 - Frantoi in Sud Sardegna	119
Figura 105 - Veduta allegata alla proposta di legge americana	124
Figura 106 - Convegno su agrivoltaico, Università di Yale, 2018-19	126
Figura 107 - Esempio di robot di pulizia	153
Figura 108 - Caratteristiche robot	154
Figura 109 - Esempio di inerbimento	154
Figura 110 - Localizzazione delle macro aree	161
Figura 111 - Ricezione, stoccaggio e movimentazione materiali, apprestamenti piastra 2a (c. 1).	162
Figura 112 - Cantiere durante le fasi installative strutture e moduli.....	163
Figura 113 - Cantieri 1 e 2 durante le fasi finali	164
Figura 114 - Cronogramma opere di dismissione cantiere	167
Figura 115 - Stima materiali a riciclo	170
Figura 116 - Quadro economico	177
Figura 117 - Schema sistema di telecontrollo	182
Figura 118 - Ispra. "Manuale per il monitoraggio di specie e habitat di interesse comunitario"	184
Figura 119 - Cronogramma.....	185
Figura 120 - Veduta dal confine di Pabillonis, lungo la SP 4.....	186
Figura 121 - Partner industriale agricolo	188