

COMMITTENTE ICA ACT SRL Via Giorgio Pitacco, 7 00177 Roma (Italia) C.F. / P.IVA 16295171009	 iat CONSULENZA E PROGETTI	COD. ELABORATO ICA-FVG-RP6
ELABORAZIONI I.A.T. Consulenza e progetti S.r.l. con socio unico - Via Santa Margherita 4, 09124 Cagliari Tel./Fax +39.070.658297 Web www.iatprogetti.it		PAGINA 1 di 69

IMPIANTO AGRIVOLTAICO DENOMINATO "GUSPINI" IN LOCALITÀ "TOGORO" DELLA POTENZA NOMINALE DI 56,95 MWac

- COMUNE DI GUSPINI (VS) -



OGGETTO STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA
PROGETTAZIONE I.A.T. CONSULENZA E PROGETTI S.R.L. ING. GIUSEPPE FRONGIA	

Cod. pratica 2022/0314

Nome File: ICA-FVG-RP6_Relazione agro-pedologica.docx

REV.	DATA	DESCRIZIONE	ESEG.	CONTR.	APPR.
0	07/2022	Emissione per procedura di VIA	IAT	GF	ICA

Disegni, calcoli, specifiche e tutte le altre informazioni contenute nel presente documento sono di proprietà della I.A.T. Consulenza e progetti s.r.l. Al ricevimento di questo documento la stessa diffida pertanto di riprodurlo, in tutto o in parte, e di rivelarne il contenuto in assenza di esplicita autorizzazione.

 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	OGGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO DENOMINATO "GUSPINI" IN LOCALITA' "TOGORO" DELLA POTENZA NOMINALE DI 56,95 MWac	COD. ELABORATO ICA-FVG-RP6
	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA	PAGINA 2 di 71

SOMMARIO

1	INTRODUZIONE	4
2	GEOLOGIA	6
3	I SUOLI	8
3.1	Introduzione	8
3.2	Unità di terre.....	11
	3.2.1 <i>Introduzione</i>	11
	3.2.2 <i>Unità di terre nell'area di studio</i>	12
3.3	Descrizione dei suoli	12
	3.3.1 <i>Profilo G1</i>	14
	3.3.2 <i>Profilo G2.....</i>	17
	3.3.3 <i>Profilo G3.....</i>	19
	3.3.4 <i>Profilo G4.....</i>	21
	3.3.5 <i>Profilo G5.....</i>	23
	3.3.6 <i>Profilo G6.....</i>	25
	3.3.7 <i>Profilo G7.....</i>	29
	3.3.8 <i>Osservazioni</i>	32
	3.3.9 <i>Stazione elettrica condivisa.....</i>	34
3.4	Valutazione della Capacità d'uso o Land Capability Evaluation.....	36
	3.4.1 <i>Introduzione</i>	36
	3.4.2 <i>Descrizione della Land Capability Evaluation</i>	36
	3.4.3 <i>Descrizione delle classi</i>	36
	3.4.4 <i>Descrizione delle sottoclassi</i>	39
3.5	Classificazione Land capability dell'area in esame	42
4	EFFETTI ATTESI E MISURE DI MITIGAZIONE	44
4.1	Effetti in fase di cantiere.....	45
4.2	Effetti in fase di esercizio	46
4.3	Effetti in fase di dismissione.....	47
4.4	Misure di mitigazione proposte.....	47
	4.4.1 <i>Area della stazione elettrica condivisa.....</i>	47
	4.4.2 <i>Area delle cabine elettriche</i>	47
	4.4.3 <i>Area del campo solare e attività agro-pastorali.....</i>	48
	4.4.4 <i>Soluzione per gli insetti pronubi.....</i>	50
5	MONITORAGGI	54
5.1	Monitoraggio pedologico	54
	5.1.1 <i>Piano di monitoraggio.....</i>	55
	5.1.2 <i>Fase ante operam</i>	55

 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	OGGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO DENOMINATO "GUSPINI" IN LOCALITA' "TOGORO" DELLA POTENZA NOMINALE DI 56,95 MWac	COD. ELABORATO ICA-FVG-RP6
	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA	PAGINA 3 di 71

5.1.3	<i>Fase in operam</i>	56
5.1.4	<i>Fase post operam</i>	56
5.2	Monitoraggio degli indirizzi produttivi e Agricoltura 4.0	56
5.2.1	<i>Introduzione</i>	56
5.2.2	<i>Indici vegetazionali cosa sono, come vengono acquisiti e interpretati</i>	57
5.2.3	<i>Strumenti di acquisizione: Droni e satelliti</i>	58
5.2.4	<i>I droni</i>	59
5.2.5	<i>I satelliti</i>	59
5.2.6	<i>La scelta dello strumento</i>	59
5.2.7	<i>Piano di monitoraggio</i>	60
5.2.8	<i>Monitoraggio degli alveari 4.0 da remoto</i>	65
6	CONCLUSIONI	67
7	BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA	70

 www.iatprogetti.it	OGGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO DENOMINATO "GUSPINI" IN LOCALITA' "TOGORO" DELLA POTENZA NOMINALE DI 56,95 MWac	COD. ELABORATO ICA-FVG-RP6
	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA	PAGINA 4 di 71

1 INTRODUZIONE

Il presente documento riporta le risultanze dell'analisi agro-pedologica e della pianificazione colturale nell'ambito del progetto di realizzazione *ex novo* dell'impianto agrivoltaico denominato "Guspini", da realizzarsi su terreni ubicati in agro del Comune di Guspini in località "Togoro" (Regione Sardegna – Provincia del Medio Campidano), a circa 7,5 km a Nord Ovest del centro abitato.

La proponente è la società ICA ACT s.r.l. avente sede in via Giorgio Pitacco, 7 – 00177 Roma (RM).

Quanto segue è stato redatto sotto il coordinamento della I.A.T. Consulenza e progetti S.r.l. nella persona del Agr. Dott. Nat Nicola Manis, iscritto all'ordine degli Agrotecnici e degli Agrotecnici laureati, al collegio interprovinciale di OR-CA-CI-VS, n 557 dal 30/03/2019.

L'area oggetto di studio ricade lungo il margine occidentale del Medio Campidano, in un contesto principalmente agro-pastorale influenzato dalle caratteristiche geomorfologiche e pedologiche del territorio nonché dalle profonde trasformazioni agricole avvenute nel passato dove si possono riscontrare paesaggi di diversa natura.

Nel paesaggio collinare pedemontano dei sistemi vulcanici dominano le formazioni naturali a macchia ad olivastro e lentisco. Nelle aree rocciose con scarsa profondità dei suoli ed elevata pietrosità superficiale si riscontrano coperture basse arbustive contraddistinte da garighe silicicole e cespuglieti a mirto, a mosaico con nuclei di olivastro nelle aree dove i suoli si presentano sensibilmente più profondi. L'uso del suolo è associato esclusivamente ad attività di pascolo naturale ovino e bovino.

Nel paesaggio di fondovalle e di piana alluvionale dei depositi sedimentari pleistocenici, gli indirizzi produttivi sono associati a colture di tipo estensivo orientati alla produzione cerealicola a foraggi verdi autunno-vernini e stagionati, oltre che all'attività di pascolo ovino. Le coperture vegetali arbustive si dispongono linearmente lungo i margini degli appezzamenti agricoli, come elementi isolati nei campi. Dove le condizioni pedologiche presentano maggiori criticità, per via della pietrosità superficiale e della dimensione dei clasti, si interpongono patch di macchie basse e garighe a mosaico tra i campi coltivati. Frequenti sono gli eucalitteti che adornano i poderi agricoli con la funzione di frangivento e produzione di legname.

L'area oggetto di studio è attualmente destinata alla produzione cerealicola/foraggera e al pascolo ovino.

La presente relazione rappresenta la sintesi della fase dei rilevamenti pedologici effettuati in data 25/07/2022 e 26/07/2022 a cui seguono le valutazioni tecniche relative alla capacità d'uso dei suoli. In queste pagine, si cercherà di approfondire le tematiche pedologiche concentrando l'attenzione sulle aree in cui è prevista l'installazione dei pannelli fotovoltaici e si pianificheranno le attività agro-pastorali da avvicendare agli inseguitori solari, in coerenza con la legittimazione

 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	OGGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO DENOMINATO "GUSPINI" IN LOCALITA' "TOGORO" DELLA POTENZA NOMINALE DI 56,95 MWac	COD. ELABORATO ICA-FVG-RP6
	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA	PAGINA 5 di 71

normativa dei cosiddetti sistemi "agro-voltaici" (o "agrivoltaici"), aventi caratteristiche utili a coniugare la produzione agricola con la produzione di energia rinnovabile ed ammessi a beneficiare delle premialità statali.

L'obiettivo del progetto, pertanto, è quello di combinare la produzione energetica con la produzione agricola e l'attività zootecnica. La sinergia tra i due modelli verrà raggiunta attraverso l'applicazione dei sistemi di monitoraggio innovativi previsti nell'Agricoltura 4.0 in accordo con le linee guida per l'applicazione dell'agrivoltaico in Italia.

 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	OGGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO DENOMINATO "GUSPINI" IN LOCALITA' "TOGORO" DELLA POTENZA NOMINALE DI 56,95 MWac	COD. ELABORATO ICA-FVG-RP6
	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA	PAGINA 6 di 71

2 GEOLOGIA

Le superfici in cui si prospetta la realizzazione dell'impianto agrivoltaico ricadano geomorfologicamente nel bordo occidentale della fossa del Campidano caratterizzata dalla presenza di tre principali sequenze litologiche riconducibili a fenomeni tettonici del terziario e deposizionali plio-pleistocenici e olocenici.

Alle dinamiche distensive, riconducibili al vulcanismo alcalino e conseguente alla formazione della fossa del Campidano, si associano sequenze vulcaniche effusive ad affinità alcalina, transizionale e subalcalina. Si tratta di basalti e andesiti con giaciture in cupole e colate, pillows, filoni e sills.

Il complesso vulcanico terziario ha una strutturazione che mostra l'influenza della tettonica e dell'alternanza di litotipi più o meno erodibili. Gli agenti atmosferici ed i corsi d'acqua hanno operato in maniera selettiva mettendo in rilievo i livelli più resistenti (colate e filoni), erodendo quelli più teneri e tufacei. Così alle facies laviche corrispondono generalmente forme poco aspre ma con pendenze spesso elevate mentre alle facies brecciate sono associate forme estremamente aspre; su quelle più tenere e tufacee si osservano spesso nicchie alveolari ad andamento stratoide. Altro elemento importante di questa unità è il sistema di filoni basaltici che a volte emergono dalle formazioni incassante per altezze variabili da 1 m a 6 m e con spessori anche oltre il metro. Queste forme conferiscono a tutta la regione vulcanica del Monte Arcuentu aspetti caratteristici e unici.

Ai fenomeni deposizionali plio-pleistocenici si associano sistemi di conoide e piana alluvionale alimentate da materiali provenienti dal disfacimento dei rilievi vulcanici del terziario. Lo loro morfologia è caratterizzata da una più elevata acclività nei pressi del versante e da una progressiva diminuzione della stessa nella parte distale fino a generare conoidi con profilo concavo. Si tratta in prevalenza di ghiaie grossolane, talora blocchi, con spigoli da subangolosi a subarrotondati; subordinate sabbie grossolane che si intercalano ai livelli ghiaiosi. Nelle parti apicali delle conoidi sono frequenti ghiaie grossolane fango-sostenute con blocchi di diametro fino a un metro indicanti modalità di trasporto di massa. Nella parte intermedia delle conoidi il riempimento dei canali presenta granulometrie più variabili, con ghiaie più raramente sabbie, a stratificazione incrociata concava e a basso angolo.

Nell'area sono compresi infine depositi alluvionali terrazzati olocenici costituiti da sedimenti attuali che ricoprono i depositi ghiaiosi pleistocenici a quote inferiori. Le facies più rappresentate sono riferibili al sistema deposizionale di conoide-piana alluvionale.

In sintesi, le Unità che caratterizzano l'area in esame e i territori limitrofi sono:

Unità di Monte Togoro Basalti e andesiti con giaciture in cupole di ristagno ed in colate; intercalati depositi di "base surge" con laminazioni da incrociate a piano-parallele e a gradazione inversa in facies prossimale; locali livelli non saldati a lapilli e brecce. (K/Ar 24-21 Ma: Assorgia et al., 1985).
AQUITANIANO-BURDIGALIANO

 www.iatprogetti.it	OGGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO DENOMINATO "GUSPINI" IN LOCALITA' "TOGORO" DELLA POTENZA NOMINALE DI 56,95 MWac	COD. ELABORATO ICA-FVG-RP6
	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA	PAGINA 7 di 71

Unità di Schina Serra Miana Basalti ed andesiti in prevalenza basaltiche, con giacitura in colate, di ambiente subacqueo, a pillows, talora passanti a facies ialoclastiche e colate di breccie caotiche poligeniche, di ambiente subacqueo con frammenti di pillows e locali pillows-breccia; corpi subvulcanici (K/Ar 24-21 Ma: Assorgia et alii, 1985)_AQUITANIANO BURDIGALIANO

Unità di Cuccuru Pirastu Basalti e subordinate andesiti basaltiche, in filoni e sills. (K/Ar 18-16 Ma: Assorgia et alii, 1985). BURDIGALIANO

Litofacies nel Subsistema di Portoscuso (SINTEMA DI PORTOVESME) (PVM2a). Ghiaie alluvionali terrazzate da medie a grossolane, con subordinate sabbie. PLEISTOCENE SUP.

Depositi alluvionali terrazzati.OLOCENE.

Le superfici interessate nel progetto appartengono ad un'unica unità geologica corrispondente alle Litofacies nel Subsistema di Portoscuso (SINTEMA DI PORTOVESME) (PVM2a) e ai depositi alluvionali terrazzati olocenici.

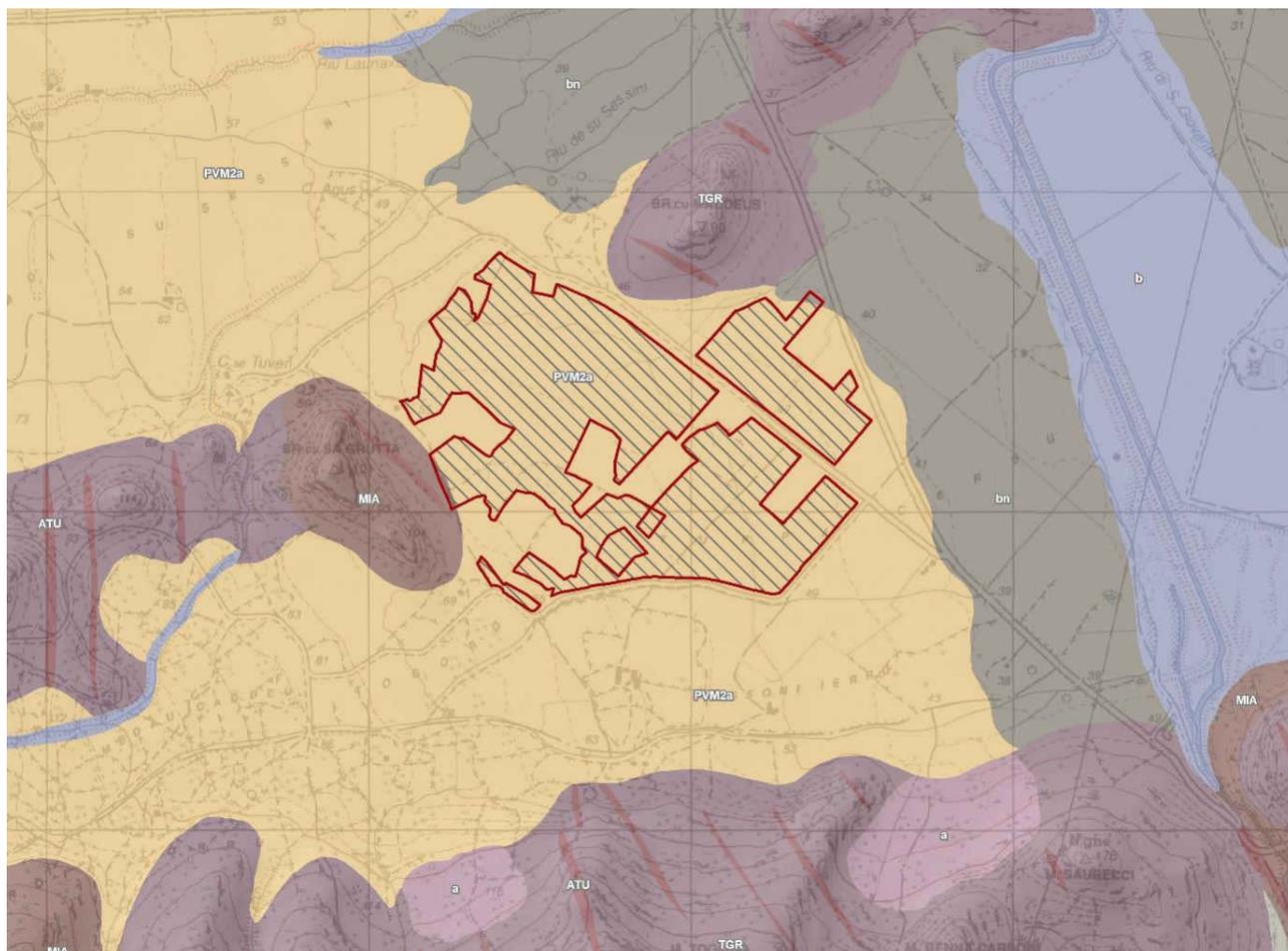


Figura 1 - Stralcio dalla Carta Geologica in scala 1:25.000

 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	OGGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO DENOMINATO "GUSPINI" IN LOCALITA' "TOGORO" DELLA POTENZA NOMINALE DI 56,95 MWac	COD. ELABORATO ICA-FVG-RP6
	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA	PAGINA 8 di 71

3 I SUOLI

3.1 Introduzione

La caratterizzazione e la successiva descrizione dei suoli di una regione è sempre complicata da realizzare in quanto la componente oggetto di analisi è caratterizzata da una notevole variabilità spaziale. Il suolo è considerato, già da parecchio tempo, come un corpo quadridimensionale (tempo e spazio) *“naturale indipendente, con una sua propria morfologia di profilo risultante da un'unica combinazione di clima, forme biologiche, materiale derivante dalla roccia madre, dalla topografia e dal tempo”* (Dokuchaev, 1885). Per sintetizzare ciò possiamo fare riferimento alla ben nota, e sempre valida, equazione di Jenny del 1941, $S = f(c, o, r, p, t)$, in cui il suolo viene espresso come funzione del clima, degli organismi viventi, del rilievo, della roccia madre e del tempo.

Il clima, come ben noto, influisce sulla pedogenesi in quanto agisce sui costituenti del sistema suolo attraverso l'alterazione della roccia madre, lo sviluppo della vegetazione e la modificazione della forma del paesaggio.

La vegetazione è strettamente influenzata dal clima e condiziona i processi di formazione del suolo. Ad esempio, la presenza di una densa copertura boschiva garantisce un continuo apporto di sostanza organica e svolge un ruolo di protezione dall'azione erosiva delle acque di ruscellamento.

Il rilievo influisce, invece, dapprima in modo indiretto, in quanto attraverso l'esposizione può ad esempio condizionare l'intensità delle precipitazioni e dei venti, e poi in modo diretto, in quanto l'elevata pendenza può innescare processi gravitativi e fenomeni di ruscellamento.

La roccia madre fornisce la materia prima ai processi pedogenetici. Infatti, l'alterazione della roccia fornisce la frazione minerale che rappresenta l'input per i successivi processi di sviluppo del suolo. In presenza di rocce tenere, o comunque facilmente alterabili, i suoli possono assumere forme ben sviluppate in assenza di particolari processi erosivi, mentre la presenza di rocce fortemente massive e litoidi ostacola i processi pedogenetici determinando talvolta la presenza di suoli sottili, talora limitati a semplici coperture di spessore centimetrico.

Infine, il fattore tempo è decisivo per lo svolgersi delle azioni determinate dai fattori precedenti. Quindi, nello studio dei suoli e nella determinazione della sua variabilità spaziale non si può certamente prescindere da tutti questi fattori che influiscono, in maniera differente, sui processi pedogenetici.

Le teorie pedologiche tradizionali dimostrano che, dove le condizioni ambientali generali sono simili ed in assenza di disturbi maggiori, come possono essere ad esempio particolari eventi deposizionali o erosivi, i suoli dovrebbero seguire un'evoluzione ed uno sviluppo che converge verso un ben determinato tipo pedologico caratteristico di quella precisa area. In questo senso, la pedogenesi più lunga avviene sotto condizioni ambientali favorevoli e, soprattutto, costanti in cui le caratteristiche fisiche, biologiche e chimiche imprimono la loro impronta sulla pedogenesi stessa.

 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	OGGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO DENOMINATO "GUSPINI" IN LOCALITA' "TOGORO" DELLA POTENZA NOMINALE DI 56,95 MWac	COD. ELABORATO ICA-FVG-RP6
	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA	PAGINA 9 di 71

Ma questo sviluppo, o meglio questa progressione verso uno stadio di maturità dei suoli, non è sempre evidente, proprio perché i fattori precedentemente descritti possono interromperla in qualsiasi momento (Phillips, 2000). La realtà, infatti, si discosta spesso in modo marcato dalle teorie pedologiche, proprio come avviene ogni volta che si cerca di modellizzare l'ambiente ed i processi che si instaurano, in quanto difficilmente vi è la contemporanea continuità dei suddetti fattori. Questo è valido a tutte le scale di osservazione, sia alla mesoscala che alla microscala, in quanto anche dall'analisi di un piccolo versante è possibile osservare variazioni litologiche e micromorfologiche che influiscono in modo determinante sulla formazione e sul comportamento del suolo.

A complicare quanto descritto fino a questo momento, non si possono certamente trascurare le variazioni indotte da una qualsiasi gestione antropica. Quest'ultima determina una sintomatica variazione dello sviluppo dei suoli. Infine, a ciò si aggiunge il fatto che le informazioni ottenute da una zona non possono essere estese ad altre aree simili senza una verifica completa, rendendo il rilievo pedologico lungo nel tempo e con costi elevati.

Nel corso degli anni lo studio della variazione spaziale dei suoli si è continuamente evoluto, passando dall'analisi dei singoli fattori che concorrono ai processi precedentemente descritti al rapporto suolo-paesaggio, fino ad arrivare agli anni 90' del secolo scorso, quando parte dello studio è stato concentrato sulla caratterizzazione del concetto di variabilità e sulla determinazione della frequenza con la quale variavano i diversi fattori. Burrough (1983), ad esempio, ha osservato come alcuni fattori variano con una certa costanza, potendo quindi essere inseriti all'interno di una variabilità definita sistematica, mentre altri fattori non possono che essere ricondotti ad una variabilità casuale. Sono proprio questi i concetti su cui si è concentrata l'attenzione dei ricercatori del settore, con diverse interpretazioni in funzione delle variabili di volta in volta analizzate. In particolare, secondo Saldana et al. (1998) la variazione sistematica è un cambiamento graduale o marcato nelle proprietà dei suoli ed è espressa in funzione della geologia, della geomorfologia, dei fattori predisponenti la formazione dei suoli e/o delle pratiche di gestione dei suoli stessi. Anche per Perrier e Wilding (1986) queste variazioni sistematiche possono essere espresse in funzione di:

1. morfologia (es. rilievi montani, plateaux, pianure, terrazzi, valli, morene, etc.);
2. elementi fisiografici (es. le vette e le spalle dei versanti);
3. fattori pedogenetici (es. cronosequenze, litosequenze, toposequenze, biosequenze e climosequenze).

Secondo Couto et al. (1997), le variazioni sistematiche potrebbero essere osservate in generale già durante le prime fasi dei rilievi di campo.

Le altre variazioni, ovvero quelle casuali, non possono essere spiegate in termini di fattori predisponenti la formazione ma, sono riconducibili: alla densità di campionamento, agli errori di misura e alla scala di studio adottata (Saldana et al., 1998). È contenuto in questi schemi di campionamento il presupposto dell'identità per i campioni adiacenti, anche se ciò raramente è

 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	OGGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO DENOMINATO "GUSPINI" IN LOCALITA' "TOGORO" DELLA POTENZA NOMINALE DI 56,95 MWac	COD. ELABORATO ICA-FVG-RP6
	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA	PAGINA 10 di 71

stato riscontrato (Sierra, 1996). In generale, la variabilità sistematica dovrebbe essere maggiore della variabilità casuale (Couto et al., 1997), in quanto il rapporto con il paesaggio è più stretto.

Più volte si è fatto riferimento alla variabilità dei suoli alle diverse scale di osservazione. In generale, la variazione spaziale tende a seguire un modello in cui la variabilità diminuisce al diminuire della distanza fra due punti nello spazio (Youden e Mehlich, 1937; Warrick e Nielsen, 1980). La dipendenza spaziale è stata osservata per una vasta gamma di proprietà fisiche, chimiche e biologiche, nonché nei processi pedogenetici.

Come già ampiamente descritto nelle pagine precedenti, le variazioni spaziali dei suoli sono giustificate attraverso un'analisi dei 5 principali fattori responsabili della formazione del suolo: clima, litologia, topografia, tempo e organismi viventi. Ma la base della variabilità è la scala del rilievo, in quanto ciascuno di questi fattori esercita un proprio peso che differisce anche, e soprattutto, a seconda della scala. È quindi molto importante individuare una scala di lavoro che permetta di sintetizzare il ruolo svolto dai singoli fattori.

Alcuni esempi esplicativi possono essere ricondotti alle variazioni climatiche, che esercitano un ruolo importante sulla variabilità dei suoli, particolarmente alle scale regionali. Ma quando nel territorio subentrano anche sensibili variazioni morfologiche e topografiche, allora le temperature e le precipitazioni possono differire sensibilmente anche per distanze di 1 km. Inoltre, variazioni climatiche possono essere determinate dall'esposizione, come il microclima sui versanti esposti a nord che, alle nostre latitudini, differisce in maniera consistente rispetto ai versanti esposti a sud.

Allo stesso modo, anche la roccia madre varia spesso alla scala regionale, ma vi sono sensibili differenze anche alla grande scala, o di dettaglio. Molti esempi suggeriscono che le variazioni dei suoli alla scala di dettaglio avvengono soprattutto con i cambiamenti nella topografia, ma è molto difficile accorgersi delle variazioni dei suoli e di quali proprietà possano mutare lungo uno stesso versante (Brady e Wiel, 2002).

È necessario quindi poter distinguere quello che avviene alle differenti scale di osservazione; alle grandi scale, ad esempio, i cambiamenti avvengono all'interno di pochi ettari coltivati o di aree incolte. La variabilità a questa scala di osservazione può essere difficile da misurare, a meno di possedere un numero elevatissimo di osservazioni e con una densità di campionamento improponibile per i normali rilevamenti pedologici.

In molti casi alcune considerazioni, ma si tratta sempre di considerazioni effettuate dopo aver analizzato i primi dati pedologici, possono essere estrapolate anche osservando l'altezza o la densità di vegetazione che può riflettere una determinata variabilità dei suoli, come pure una variabilità nelle forme del paesaggio o la presenza di differenti substrati geologici. Laddove lo studio richiede una valenza scientifica o una precisa caratterizzazione dei suoli è sempre necessario che i cambiamenti delle proprietà dei suoli siano determinati attraverso l'analisi dei campioni di suolo prelevati.

 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	OGGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO DENOMINATO "GUSPINI" IN LOCALITA' "TOGORO" DELLA POTENZA NOMINALE DI 56,95 MWac	COD. ELABORATO ICA-FVG-RP6
	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA	PAGINA 11 di 71

Alla media scala, invece, si osserva come la variabilità sia in stretta relazione con alcuni fattori pedogenetici. Comprendendo le influenze di uno di questi sul rapporto suolo-paesaggio, è spesso possibile definire un set di singoli suoli che volgono insieme in una sequenza attraverso il paesaggio stesso. Frequentemente è possibile, identificando un membro di una serie, predire le proprietà dei suoli che occupano una determinata posizione nel paesaggio da altri membri di una serie (Brady e Wiel, 2002). Tali serie di suoli includono litosequenze (considerando sequenze di rocce madri), cronosequenze (considerando rocce madri simili ma tempi pedogenetici diversi) e toposequenze (con suoli disposti secondo cambiamenti nella posizione fisiografica). La toposequenza viene anche indicata col termine catena. Le associazioni di suoli raggruppano suoli diversi, presenti nello stesso paesaggio, non cartografabili singolarmente alla scala utilizzata, ma distinguibili a scale di maggior dettaglio. L'identificazione delle associazioni di suoli è importante, in quanto queste consentono di caratterizzare il paesaggio attraverso la zonizzazione di grandi aree e possono essere utilizzate come strumento di programmazione urbanistica e del territorio.

3.2 Unità di terre

3.2.1 Introduzione

L'uso di carte tematiche specifiche, ed in questo caso della carta delle Unità di Terre, costituisce uno dei metodi migliori per la rappresentazione e visualizzazione della variabilità spaziale delle diverse tipologie di suolo, della loro ubicazione e della loro estensione.

Il significato delle Unità di Terre concerne l'individuazione di aree in cui avvengono, in modo omogeneo, determinati processi di pedogenesi che si riflettono nella formazione di suoli con caratteri simili anche in aree distanti tra loro. Il principio cardine su cui si basa il lavoro è il noto paradigma suolo e paesaggio ovvero il legame stretto che permette, attraverso l'osservazione delle singole componenti di quest'ultimo, l'individuazione di aree omogenee caratterizzate da classi di suoli di origine analoga e la loro distribuzione spaziale.

I suoli, come descritto precedentemente, si formano attraverso un'interazione composta tradizionalmente da cinque fattori: substrato pedogenetico, topografia, tempo, clima ed organismi viventi (Jenny, 1941). Le complesse interazioni tra questi fattori avvengono seguendo modelli ripetitivi che possono essere osservati a scale differenti, conducendo alla formazione di combinazioni pedologiche assimilabili. Questa è la base per la definizione, identificazione e mappatura dei suoli (Soil Survey Division Staff, 1993).

In questi termini, i modelli locali di topografia o rilievo, substrato pedogenetico e tempo, insieme alle loro relazioni con la vegetazione ed il microclima, possono essere utilizzati per predire le tipologie pedologiche in aree ristrette (Soil Survey Division Staff, 1993)

In sintesi, si tratta di uno strumento importante ai fini pedologici, proprio perché per ciascuna unità viene stabilita la storia evolutiva del suolo in relazione all'ambiente di formazione, e se ne definiscono, in questo modo, gli aspetti e i comportamenti specifici. Inoltre, dalla carta delle Unità

 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	OGGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO DENOMINATO "GUSPINI" IN LOCALITA' "TOGORO" DELLA POTENZA NOMINALE DI 56,95 MWac	COD. ELABORATO ICA-FVG-RP6
	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA	PAGINA 12 di 71

di Terre è possibile inquadrare le dinamiche delle acque superficiali e profonde, l'evoluzione dei diversi microclimi, i temi sulla pianificazione ecologica e la conservazione del paesaggio, le ricerche sulla dispersione degli elementi inquinanti, ma anche fenomeni urbanistici ed infrastrutturali (Rasio e Vianello, 1990).

Seppur il lavoro svolto ha avuto come riferimento bibliografico la Carta delle Unità di Terre realizzata nel 2014 nell'ambito del progetto CUT 1 dalle agenzie regionali Agris e Laore e dalle Università di Cagliari (Dipartimento di Scienze Chimiche e Geologiche) e Sassari (Dipartimento di Agraria, sezione Ingegneria del Territorio), le valutazioni fatte nella definizione delle unità sono strettamente legate agli obiettivi dello studio nonché alla scala di rilevamento e restituzione del dato.

Seguirà una breve descrizione delle unità presenti nell'area di studio.

3.2.2 Unità di terre nell'area di studio

Unità DAP: suoli sviluppatasi su depositi alluvionali pleistocenici (*sottounità fisiografica -1, 0 e +1*)

Unità caratterizzata da aree di fondovalle pianeggianti e subpianeggianti, da forme concave e convesse, versanti semplici e impluvi con pendenza compresa tra 2,5 e 15%. Uso del suolo costituito da colture cerealicole e foraggere, prati pascolo, eucalitteti. Secondariamente, aree a copertura vegetale naturale con garighe silicicole e macchie basse ad olivastro e lentisco. Complesso di suoli a profondità da elevata a molto elevata, pietrosità superficiale a tratti elevata, scheletro dell'orizzonte superficiale da frequente ad abbondante, da moderatamente ben drenati nell'orizzonte superficiale a piuttosto mal drenati, a mal drenati nel Bt. Le criticità di questi suoli sono imputabili al drenaggio lento nonché allo scheletro abbondante negli orizzonti superficiali e alla pietrosità superficiale a tratti elevata.

Unità ATG: suoli sviluppati su depositi alluvionali ghiaiosi terrazzati olocenici (sottounità fisiografica 0)

Depositi alluvionali ghiaiosi terrazzati olocenici. Unità localizzata su terrazzi fluviali di 1° ordine, aree pianeggianti e subpianeggianti, Usi più frequenti sono i seminativi semplici o talvolta incolti a tratti caratterizzati da associazioni vegetali arbustive e/o erbacee. Complessivamente presenza di suoli a profondità da elevata a molto elevata, scheletro dell'orizzonte superficiale da scarso a abbondante e pietrosità superficiale da comune a frequente.

3.3 Descrizione dei suoli

L'analisi pedologica è stata portata a termine attraverso una serie di sopralluoghi, effettuati in data 24/07/2022 e 25/07/2022, che hanno consentito allo scrivente di analizzare e verificare le effettive caratteristiche dei suoli dell'area su cui verranno ubicati i pannelli fotovoltaici e costruite le cabine elettriche. La descrizione, riportata di seguito, è stata fatta considerando i substrati pedogenetici delle superfici interessate impostasi sulle Litofacies nel Subsistema di Portoscuso composte da

 www.iatprogetti.it	OGGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO DENOMINATO "GUSPINI" IN LOCALITA' "TOGORO" DELLA POTENZA NOMINALE DI 56,95 MWac	COD. ELABORATO ICA-FVG-RP6
	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA	PAGINA 13 di 71

sedimenti di conoide e di piana alluvionale, e sui depositi alluvionali terrazzati olocenici.

Per raccogliere informazioni dettagliate si è provveduto ad effettuare dei minipit a cui sono state aggiunte delle osservazioni superficiali necessarie ad incrementare la densità di rilevamento. Le informazioni ottenute saranno utili per redigere una Land Capability che prenda in considerazione le varie forme di paesaggio, interessate nel progetto, all'interno delle varie superfici catastali.

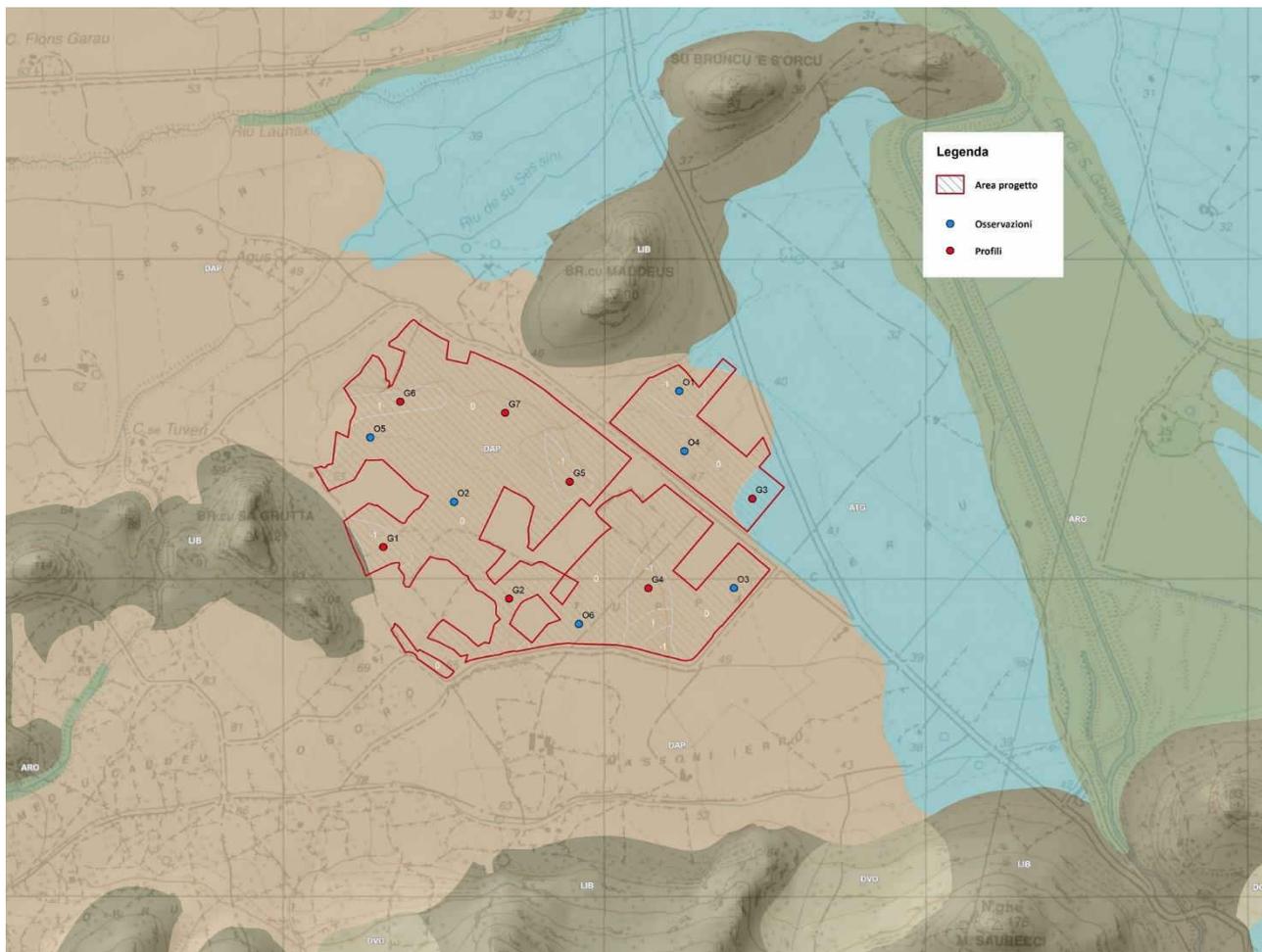


Figura 2 - Carta delle Unite di Terre con l'ubicazione delle superfici interessate e i relativi punti campionati

 www.iatprogetti.it	OGGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO DENOMINATO "GUSPINI" IN LOCALITA' "TOGORO" DELLA POTENZA NOMINALE DI 56,95 MWac	COD. ELABORATO ICA-FVG-RP6
	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA	PAGINA 14 di 71

3.3.1 Profilo G1



Figura 3 - Stazione G1, in basso il profilo eseguito nel punto rilevato



Il sito in cui è stato realizzato il profilo G1 ricade morfologicamente su un'area di fondovalle prossimo ad un rilievo vulcanico e geologicamente incluso nei depositi alluvionali pleistocenici. L'unità cartografica di appartenenza è la DAP -1 con una micromorfologia leggermente concava. La pendenza media del campo di circa il 3%. La rocciosità affiorante è assente mentre risulta abbondante la pietrosità superficiale, stimata al 55% e costituita da ghiaia per il 15%, ciottoli piccoli per il 20%, ciottoli grandi per il 15% e pietre per il 5% (Figura 4). La pietrosità superficiale potrebbe essere maggiore vista la presenza di copertura erbacea che ne ha influenzato la stima. Sono presenti abbondanti fessurazioni superficiali. I suoli rilevati mostrano una sequenza pedogenetica così composta: A – Bt. L'orizzonte A va da 0 a 23 cm con uno scheletro stimato al 10% di cui 10% di ghiaia e 3% di ghiaia grossolana, subarrotondato di matrice andesitica. La dimensione degli aggregati è fine/media con forma poliedrica subangolare, fortemente sviluppata. Attività biologica modesta ad opera dei lombrichi (Figura 5). L'orizzonte Bt va da 25cm e prosegue oltre

 www.iatprogetti.it	OGGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO DENOMINATO "GUSPINI" IN LOCALITA' "TOGORO" DELLA POTENZA NOMINALE DI 56,95 MWac	COD. ELABORATO ICA-FVG-RP6
	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA	PAGINA 15 di 71

caratterizzato da un volume medio di scheletro del 40% composto da ghiaia per il 5% e ciottoli piccoli per il 30%, di forma arrotondata e sub arrotondata tenuta insieme da una matrice argillosa (Figura 5). La struttura degli aggregati è poliedrica angolare e sono presenti pellicola di argilla e facce di pressione. La copertura vegetale rilevata è composta da uno strato erbaceo a prevalenza di graminacee annuali riconducibili a prati subnitrofilii mediterranei. È comunque evidente un'evoluzione dello strato erbaceo verso stadi arbustivi più maturi. Tra le specie vegetali arbustive si riscontrano *Pyrus spinosa*, *Pistacia lentiscus* e *Myrtus communis* (Figura 7) che adornano i confini dell'appezzamento e si presentano come elementi isolati nel campo. Per quanto concerne l'uso del suolo, si tratta di un pascolo controllato a basso carico di bestiame. Le criticità pedologiche date dall'abbondanza di pietrosità superficiale e scheletro, limitano la scelta a questa tipologia di utilizzi produttivi. I suoli caratteristici in questo contesto pedologico sono Ultic Palexeralfs e Haploxeralfs, Inceptic Haploxeralfs, Typic Palexeralfs e Vertic Haploxeralfs.



Figura 4 – A sinistra pietrosità superficiale, a destra dettaglio di una pietra superiore ai 25cm



Figura 5 – A sinistra dettaglio impronta del passaggio di un lombrico, a destra dettaglio densità dello scheletro nell'orizzonte B che impedisce di proseguire lo scavo

 www.iatprogetti.it	OGGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO DENOMINATO "GUSPINI" IN LOCALITA' "TOGORO" DELLA POTENZA NOMINALE DI 56,95 MWac	COD. ELABORATO ICA-FVG-RP6
	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA	PAGINA 16 di 71



Figura 6 – Dettaglio copertura vegetale che si presenta nel sito rilevato composta da formazioni erbacee ed elementi arbustivi isolati o in patch distinti.



Figura 7 - Ulteriore immagine in riferimento alla copertura vegetale e d'uso del suolo.

 www.iatprogetti.it	OGGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO DENOMINATO "GUSPINI" IN LOCALITA' "TOGORO" DELLA POTENZA NOMINALE DI 56,95 MWac	COD. ELABORATO ICA-FVG-RP6
	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA	PAGINA 17 di 71

3.3.2 Profilo G2



Figura 8 - Stazione G2, in basso il profilo eseguito nel punto rilevato



Il secondo rilevamento ricade morfologicamente nella piana di fondovalle con una micromorfologia leggermente convessa. L'unità cartografica di appartenenza è la DAP 0 e la pendenza media del campo è di circa l'1%. La rocciosità affiorante è assente mentre la pietrosità superficiale media stimata è del 26%, costituita da ghiaia per l'8%, ciottoli piccoli per il 12%, e ciottoli grandi per il 6%. Sono presenti fessurazioni superficiali e le superfici si mostrano leggermente compatte per l'azione del pascolo. I suoli rilevati mostrano una sequenza pedogenetica così composta: Ap – Bt. L'orizzonte Ap va da 0 a 35 cm leggermente più profondo rispetto al precedente profilo. Lo scheletro totale è del 10% costituito da ghiaia per il 6% e ciottoli piccoli per il 4%. La dimensione degli aggregati è media/grossolana con forma poliedrica subangolare, fortemente sviluppata. Attività biologica modesta ad opera di formiche. L'orizzonte Bt va da 35cm e prosegue oltre, leggermente umido, ricco in argilla, plastico, con uno scheletro medio del 18% composto da ghiaia per il 12% e ghiaia grossolana per il 10%, poco alterato. L'uso del suolo è indirizzato a colture di tipo estensivo per la produzione foraggera, successivamente pascolato dalle pecore al

 www.iatprogetti.it	OGGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO DENOMINATO "GUSPINI" IN LOCALITA' "TOGORO" DELLA POTENZA NOMINALE DI 56,95 MWac	COD. ELABORATO ICA-FVG-RP6
	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA	PAGINA 18 di 71

termine del ciclo produttivo, concluso con la trebbiatura. Sono evidenti le azioni di miglioramento fondiario per ridurre la pietrosità superficiale (Figura 9). La copertura vegetale arbustiva adorna linearmente i confini del fondo tra i cumuli di pietre, composta da esemplari di lentisco, mirto e perastro. I suoli caratteristici in questo contesto pedologico sono Ultic Palexeralfs e Haploxeralfs, Inceptic Haploxeralfs, Typic Palexeralfs e Vertic Haploxeralfs e Mollic Haploxeralfs.



Figura 9 – A sinistra dettaglio pietrosità superficiale a destra cumulo di pietre dato dalle attività di spietramento per il miglioramento fondiario



Figura 10 – Copertura erbacea completamente pascolata dalle greggi con esemplari isolati di lentisco

 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	OGGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO DENOMINATO "GUSPINI" IN LOCALITA' "TOGORO" DELLA POTENZA NOMINALE DI 56,95 MWac	COD. ELABORATO ICA-FVG-RP6
	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA	PAGINA 19 di 71

3.3.3 Profilo G3



Figura 11 - Stazione G3, in basso il profilo eseguito nel punto rilevato



Il sito in cui è ubicato il profilo G3 ricade morfologicamente, sulla pianura alluvionale dei depositi terrazzati olocenici, realizzato per caratterizzare la unità fisiografica di appartenenza che è la ATG 0. La micromorfologia della stazione è pianeggiante e la pendenza media del campo è di circa l'1%. La rocciosità affiorante è assente mentre la pietrosità superficiale media stimata è del 3% caratterizzata prevalentemente da ghiaia per il 2% e 1% di ciottoli piccoli. I suoli rilevati sono compattati, difficili da scavare, presentano sottili fessurazioni superficiali, con una sequenza pedogenetica così composta: Ap – AB. L'orizzonte Ap si estende da 0 a 18cm costituito da 3% di scheletro di cui 2% da ghiaia grossolana e 1% di ciottoli piccoli. La dimensione degli aggregati è fine/sottile con forma poliedrica subangolare, fortemente sviluppata, consistenza molto dura da secco, plastico e adesivo. Dai 18cm oltre i 25cm si presenta l'orizzonte AB con 3% di scheletro ripartito come per l'orizzonte precedente. Limite abrupto, leggermente umido, plastico e adesivo. Presenza di facce di pressione e struttura poliedrica subangolare fortemente sviluppata. Netto aumento delle argille rispetto all'orizzonte superficiale. A differenza dei profili descritti fino ad

 www.iatprogetti.it	OGGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO DENOMINATO "GUSPINI" IN LOCALITA' "TOGORO" DELLA POTENZA NOMINALE DI 56,95 MWac	COD. ELABORATO ICA-FVG-RP6
	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA	PAGINA 20 di 71

ora le colorazioni degli orizzonti sono sensibilmente più chiare. L'uso del suolo è indirizzato alla produzione agricola si tratta di un seminativo su sodo coltivato ad orzo (Figura 12). La copertura vegetale naturale si compone di isolati individui arbustivi di lentisco e coperture erbacee a cardo selvatico e carlina nei fondi incolti al confine con il campo rilevato. (Figura 13). I suoli caratteristici in questo contesto pedologico sono Ultic Palexeralfs e Haploxeralfs, Inceptic Haploxeralfs, Typic Palexeralfs e Vertic Haploxeralfs e Mollic Haploxeralfs.



Figura 12 – A sinistra dettaglio delle file di orzo seminate su sodo recentemente trebbiate, a destra spiga di orzo



Figura 13 – Confine dell'appezzamento con un campo incolto dominato da asteracee spinose

 www.iatprogetti.it	OGGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO DENOMINATO "GUSPINI" IN LOCALITA' "TOGORO" DELLA POTENZA NOMINALE DI 56,95 MWac	COD. ELABORATO ICA-FVG-RP6
	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA	PAGINA 21 di 71

3.3.4 Profilo G4



Figura 14 - Stazione G4, in basso il profilo eseguito nel punto rilevato



Il contesto morfologico, pedologico vegetale del profilo G4 è comparabile a quello rilevato nel profilo G2 ubicato poco più a monte della piana alluvionale. L'unità cartografica di appartenenza è la DAP -1.

La micromorfologia è leggermente concava e la pendenza media del campo è di circa il 2%. La rocciosità affiorante è assente mentre la pietrosità superficiale media stimata è del 20%, costituita da ghiaia per il 7%, ciottoli piccoli per il 10%, e ciottoli grandi per il 3%. Sono presenti modeste fessurazioni superficiali. I suoli rilevati mostrano una sequenza pedogenetica così composta: A – Btc. L'orizzonte A va da 0 a 25 cm con scheletro totale del 10% costituito da ghiaia per il 7% e ciottoli piccoli 3%. Struttura poliedrica subangolare fortemente sviluppata, dimensione media/fine, consistenza degli aggregati dura da secco. L'orizzonte Btc va da 25 cm e prosegue oltre, leggermente umido, con uno scheletro medio del 50% composto da ghiaia grossolana ciottoli piccoli e pietre superiori ai 25cm (Figura 15) leggermente alterati che impediscono di proseguire. Presenza di poche concrezioni di ferro e manganese inferiori a 5mm. Arricchimento in argille e presenza di facce di pressione.

 www.iatprogetti.it	OGGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO DENOMINATO "GUSPINI" IN LOCALITA' "TOGORO" DELLA POTENZA NOMINALE DI 56,95 MWac	COD. ELABORATO ICA-FVG-RP6
	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA	PAGINA 22 di 71

Marginalmente al fondo la copertura vegetale si configura come quella descritta nella stazione G2 mentre la copertura erbacea è composta in prevalenza da asteracee spinose poco gradite dagli ovini (Figura 16). L'uso del suolo, infatti, è associato al pascolo con carichi superiori rispetto alle superfici riscontrate nella stazione G1. Sono evidenti anche in queste superfici le azioni di spietramento superficiale. I suoli caratteristici in questo contesto pedologico sono Ultic Palexeralfs e Haploxeralfs, Inceptic Haploxeralfs, Typic Palexeralfs e Vertic Haploxeralfs



Figura 15 – Dettaglio delle pietre rinvenuto durante lo scavo nel profilo Btc



Figura 16 – Copertura erbacea composta prevalentemente da specie spinose poco gradite alle greggi, indica la presenza del pascolo ovino in atto.

 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	OGGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO DENOMINATO "GUSPINI" IN LOCALITA' "TOGORO" DELLA POTENZA NOMINALE DI 56,95 MWac	COD. ELABORATO ICA-FVG-RP6
	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA	PAGINA 23 di 71

3.3.5 Profilo G5



Figura 17 - Stazione G4, in basso il profilo eseguito nel punto rilevato



Il rilevamento G5 ricade, come la maggior parte dei siti descritti fino ad ora, sui depositi alluvionali pleistocenici, con morfologia pianeggiante. L'unità cartografica di appartenenza è la DAP -1 e la pendenza media del campo è di circa il 3%. La rocciosità affiorante è assente mentre la pietrosità superficiale media stimata è del 12%, costituita da ghiaia per il 5%, ciottoli piccoli per il 5%, e ciottoli grandi per il 2%.

I suoli rilevati mostrano una sequenza pedogenetica così composta: Ap – Bt. L'orizzonte Ap va da 0 a 27cm con scheletro totale del 15% costituito da ghiaia per il 10% e ciottoli piccoli per il 5%. L'orizzonte si mostra leggermente compattato per via delle modalità di coltivazione attuata. La struttura è poliedrica subangolare fortemente sviluppata, dimensione fine/sottile e consistenza molto duro da secco.

L'orizzonte Bt va da 27cm e prosegue oltre, limite abrupto, leggermente umido, colorazioni sensibilmente più chiare dell'orizzonte superficiale. Lo scheletro medio è notevole stimato al 60% composto da clasti di tutte le dimensioni ad esclusione delle pietre. Arricchimento in argille che tengono uniti lo scheletro a vario grado di alterazione. La copertura vegetale si configura come

 www.iatprogetti.it	OGGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO DENOMINATO "GUSPINI" IN LOCALITA' "TOGORO" DELLA POTENZA NOMINALE DI 56,95 MWac	COD. ELABORATO ICA-FVG-RP6
	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA	PAGINA 24 di 71

quella descritta nelle precedenti stazioni con coperture arbustive lungo i margini dell'appezzamento. L'uso del suolo è indirizzato alle colture di tipo estensivo attraverso l'applicazione di lavorazioni conservative. Si tratta di un campo coltivato ad avena seminato su sodo. Tale pratica agronomica consente di evitare il riporto superficiale dei clasti degli orizzonti sottostanti e rappresenta una buona pratica per la conservazione e sostenibilità della risorsa suolo. Anche in questo caso sono evidenti le azioni di spietramento per facilitare le attività dei mezzi agricoli, cui clasti sono stati abbancati lungo i confini del campo. I suoli caratteristici in questo contesto pedologico sono Ultic Palexeralfs e Haploxeralfs, Inceptic Haploxeralfs, Typic Palexeralfs e Vertic Haploxeralfs



Figura 18 – Copertura arbustiva disposta linearmente lungo i confini dei fondi agricoli composta da lentisco perastro e mirto



Figura 19 - Seminativo su sodo coltivato ad avena recentemente trebbiato e imballato

 www.iatprogetti.it	OGGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO DENOMINATO "GUSPINI" IN LOCALITA' "TOGORO" DELLA POTENZA NOMINALE DI 56,95 MWac	COD. ELABORATO ICA-FVG-RP6
	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA	PAGINA 25 di 71

3.3.6 Profilo G6



Figura 20 - Stazione G6, in basso il profilo eseguito nel punto rilevato



Il rilievo G6 ricade morfologicamente su una pianura alluvionale formata dai depositi pleistocenici. Il contesto pedologico e vegetazionale è comparabile al sito G1. L'unità cartografica di appartenenza è la DAP 1. La micromorfologia è leggermente concava e la pendenza media del campo è di circa il 4%. La rocciosità affiorante è assente mentre la pietrosità superficiale media stimata è del 30%, costituita da ghiaia per il 15%, ciottoli piccoli per il 12%, ciottoli grandi per il 2% e pietre pari a l'1%. Si presume che la quantità dei clasti possa essere maggiore vista la presenza della copertura erbacea fitta che ne ha influenzato la stima. I suoli rilevati mostrano una sequenza pedogenetica così composta: A – Bt. L'orizzonte A va da 0 a 32 cm, sono presenti abbondanti fessurazioni superficiali larghe più di 5cm e profonde anche 20cm (Figura 21). Lo scheletro totale è del 12% costituito da ghiaia fine e media per l'8%, ghiaia grossolana per il 3% e un 1% di ciottoli piccoli. La struttura degli aggregati è colonnare con dimensione da grossolana a molto grossolana, colorazioni scure assimilabili a colori Munsell 10YR 2/2 e 3/2, ricchi in sostanza organica. L'attività biologica è elevata, sono presenti abbondanti segni della presenza di lombrichi. L'orizzonte Bt va

 www.iatprogetti.it	OGGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO DENOMINATO "GUSPINI" IN LOCALITA' "TOGORO" DELLA POTENZA NOMINALE DI 56,95 MWac	COD. ELABORATO ICA-FVG-RP6
	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA	PAGINA 26 di 71

da 32cm e prosegue oltre, leggermente umido, plastico e adesivo, arricchito in argilla e presenta facce di pressione. L'aumento dello scheletro medio è notevole rispetto all'orizzonte superficiale stimato al 65%, composto da 10% di ghiaia 30% di ciottoli piccoli, 25% ciottoli grandi, da leggermente alterato ad alterato. La copertura vegetale si configura come quella descritta nel profilo G1 così come l'uso del suolo. L'abbondanza di pietrosità superficiale indica l'assenza di interventi di spietramento finalizzati ad un miglioramento fondiario. I suoli caratteristici in questo contesto pedologico sono Ultic Palexeralfs e Haploxeralfs, Inceptic Haploxeralfs, Typic Palexeralfs e Vertic Haploxeralfs



Figura 21 – Dettaglio larghezza e profondità di una delle svariate fessurazioni superficiali rilevate



Figura 22 – A sinistra dettaglio di un lombrico rilevato durante lo scavo, a destra dettaglio di una dei numerosi cunicoli scavati da questi invertebrati fondamentale per il suolo.

 www.iatprogetti.it	OGGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO DENOMINATO "GUSPINI" IN LOCALITA' "TOGORO" DELLA POTENZA NOMINALE DI 56,95 MWac	COD. ELABORATO ICA-FVG-RP6
	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA	PAGINA 27 di 71



Figura 23 - In alto a sinistra ciottolo andesitico fortemente alterato nella parte più esterna. In alto a destra dettaglio di un pedon con struttura colonnare frequente in queste tipologie di suoli a caratteri vertici. In basso dettaglio del cambio pedologico caratterizzato da un notevole arricchimento in scheletro con abbondanti ciottoli piccoli e grandi.

 www.iatprogetti.it	OGGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO DENOMINATO "GUSPINI" IN LOCALITA' "TOGORO" DELLA POTENZA NOMINALE DI 56,95 MWac	COD. ELABORATO ICA-FVG-RP6
	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA	PAGINA 28 di 71

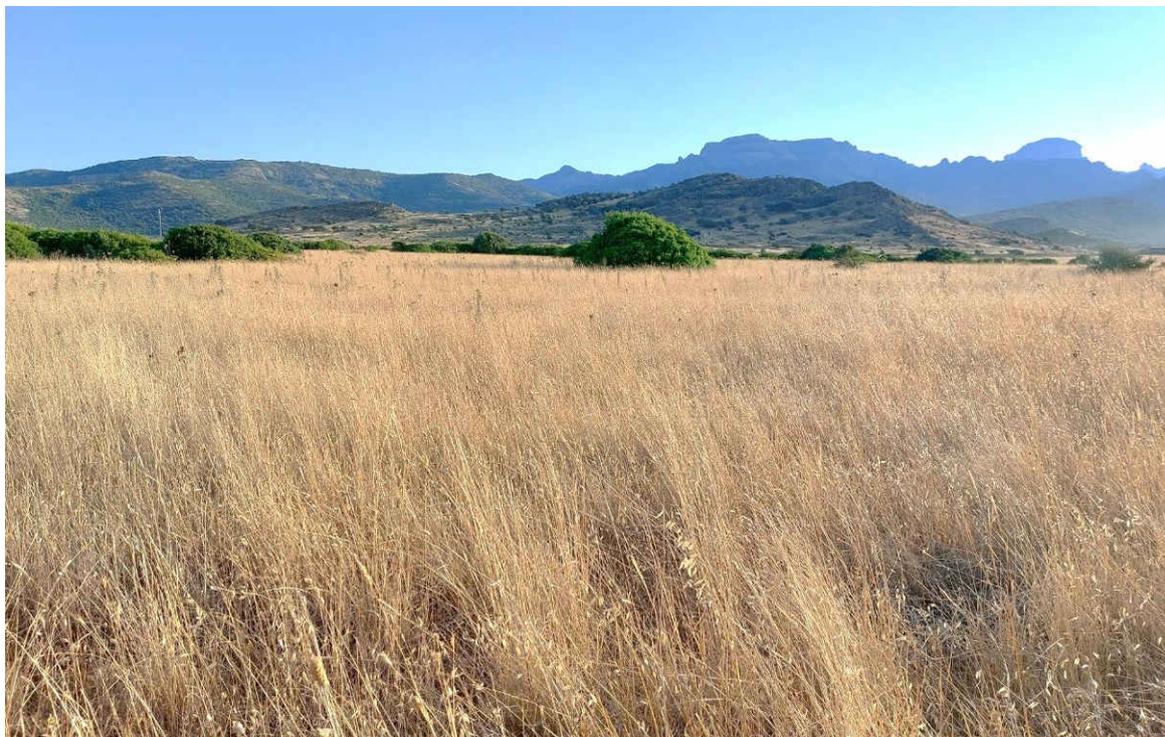


Figura 24 – Copertura erbacea a dominanza di graminacee annuali habitat importante per la fauna stanziale locale



Figura 25 – Vista nord della stazione G6 con sporadici esemplari isolati di lentisco e mirto

 www.iatprogetti.it	OGGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO DENOMINATO "GUSPINI" IN LOCALITA' "TOGORO" DELLA POTENZA NOMINALE DI 56,95 MWac	COD. ELABORATO ICA-FVG-RP6
	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA	PAGINA 29 di 71

3.3.7 Profilo G7



Figura 26 - Stazione G7, in basso il profilo eseguito nel punto rilevato



Il sito in cui è stato effettuato il profilo G7 ricade morfologicamente sulla piana alluvionale dei depositi pleistocenici in continuità con il profilo G5. L'unità cartografica di appartenenza è la DAP 0. La micromorfologia è pianeggiante e la pendenza media del campo è di circa il 2%. La rocciosità affiorante è assente mentre la pietrosità superficiale media stimata è del 20%, costituita da ghiaia per il 10%, ciottoli piccoli per il 7%, e ciottoli grandi per il 3%.

Il rilevamento ha permesso di caratterizzare l'orizzonte superficiale Ap che va da 0 a 45cm. Sono presenti abbondanti fessurazioni superficiali (Figura 27). Rispetto ai suoli ricadenti sull'Unità di Terra DAP questo orizzonte superficiale presenta un volume minore di scheletro totale stimato all'8% costituito da ghiaia per il 5% e ciottoli piccoli per il 2%. Inoltre, gli aggregati sono di grandi dimensioni con

struttura colonnare da molto grossolana ad estremo grossolana (Figura 27), pori medi, plastico, adesivo, secco nei primi 25cm e leggermente umido proseguendo oltre. Tale suolo presenta caratteri vertici dato alla natura delle argille a reticolo espandibile 2;1 che lo compongono come buona parte dei suoli descritti in questo contesto pedologico. Sono evidenti le operazioni di

 www.iatprogetti.it	OGGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO DENOMINATO "GUSPINI" IN LOCALITA' "TOGORO" DELLA POTENZA NOMINALE DI 56,95 MWac	COD. ELABORATO ICA-FVG-RP6
	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA	PAGINA 30 di 71

spietramento per il miglioramento fondiario (Figura 28). La copertura vegetale si configura come quella descritta nelle precedenti stazioni indirizzate a colture estensive foraggere. I suoli caratteristici in questo contesto pedologico sono Ultic Palexeralfs e Haploxeralfs, Inceptic Haploxeralfs, Typic Palexeralfs e Vertic Haploxeralfs.



Figura 27 – A sinistra dettaglio della grandezza dei pedon e della forma colonnare. A destra fessurazione superficiale



Figura 28 – Abbancamento di pietre e massi lungo i confini dell'appezzamento funzionale alle attività di miglioramento fondiario in cui si sviluppa linearmente la vegetazione arbustiva a lentisco

 www.iatprogetti.it	OGGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO DENOMINATO "GUSPINI" IN LOCALITA' "TOGORO" DELLA POTENZA NOMINALE DI 56,95 MWac	COD. ELABORATO ICA-FVG-RP6
	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA	PAGINA 31 di 71



Figura 29 - Vista nord della stazione G7

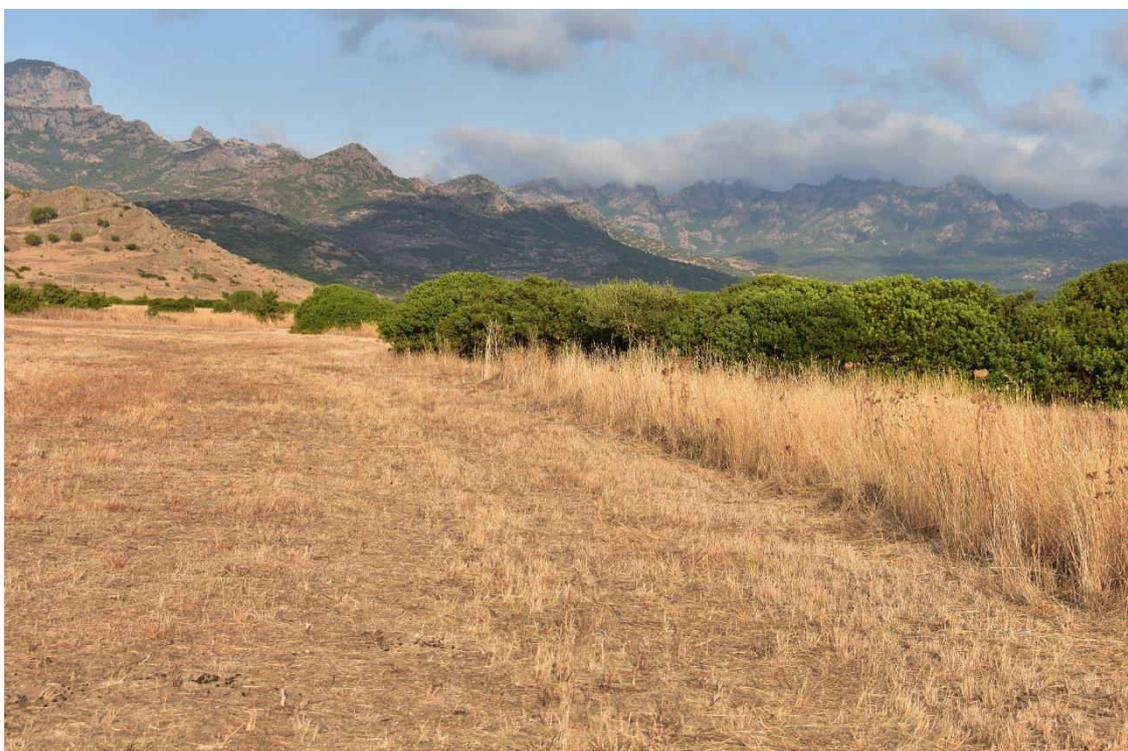


Figura 30 – Copertura erbacea e arbustiva lungo i confini dell'appezzamento

 www.iatprogetti.it	OGGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO DENOMINATO "GUSPINI" IN LOCALITA' "TOGORO" DELLA POTENZA NOMINALE DI 56,95 MWac	COD. ELABORATO ICA-FVG-RP6
	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA	PAGINA 32 di 71

3.3.8 Osservazioni

Al fine di caratterizzare al meglio il contesto agropedologico in cui s'intende realizzare il parco l'agrivoltaico si è provveduto ad incrementare la densità del rilevamento attraverso una serie di osservazioni superficiali, alcune delle quali vengono riportate di seguito nella sequenza fotografica e brevemente descritte nelle didascalie.

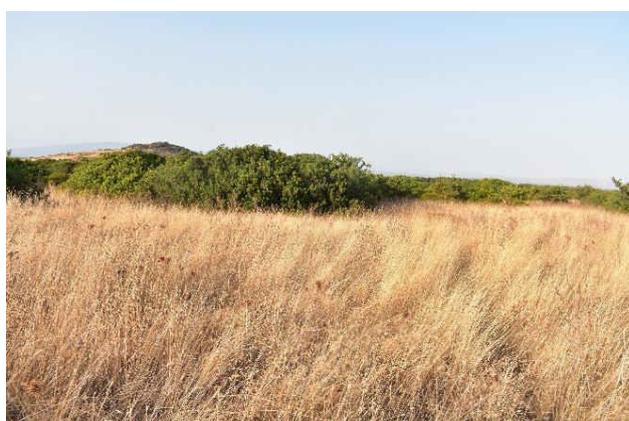


Figura 31 Osservazione eseguita tra il profilo G6 e G1, la pietrosità superficiale è assimilabile ai valori della di queste stazioni così come per la copertura vegetale e d'uso del suolo

 www.iatprogetti.it	OGGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO DENOMINATO "GUSPINI" IN LOCALITA' "TOGORO" DELLA POTENZA NOMINALE DI 56,95 MWac	COD. ELABORATO ICA-FVG-RP6
	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA	PAGINA 33 di 71



Figura 32 - Osservazione eseguita nella sezione nord del prospetto agrivoltaico, fondo utilizzato per la produzione foraggera interessato da recenti operazioni colturali. Pietrosità superficiale tra il 15% e il 20%. I confini del fondo sono adornati da eucalitti disposti in doppia fila utilizzati come frangivento e per la produzione di legname. Sono evidenti le azioni di miglioramento fondiario.

 www.iatprogetti.it	OGGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO DENOMINATO "GUSPINI" IN LOCALITA' "TOGORO" DELLA POTENZA NOMINALE DI 56,95 MWac	COD. ELABORATO ICA-FVG-RP6
	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA	PAGINA 34 di 71

3.3.9 Stazione elettrica condivisa



Figura 33 – Sito in cui si prospetta la realizzazione della sottostazione elettrica, in basso dettaglio del profilo pedologico effettuato



Il sito in cui è prevista la realizzazione della sottostazione elettrica è geologicamente inserito sui depositi terrazzati dell'Olocene. Morfologicamente è inserito in una piana di fondovalle con una pendenza del campo di circa 2%. L'unità cartografica di appartenenza è la ATG 0. La rocciosità affiorante è assente mentre la pietrosità superficiale totale è nell'ordine del 12% costituita da ghiaia fine per il 5%, ghiaia media per il 3%, ghiaia grossolana per il 3% e ciottoli piccoli all'1%. L'analisi pedologica ha permesso di identificare un profilo composto da due orizzonti Ap–Bt. L'orizzonte Ap parzialmente compattato va 0 a 18cm con scheletro totale del 10% composto da ghiaia fine per il 7% ghiaia media per il 2% e ciottoli piccoli per l'1%. Struttura poliedrica subangolare fortemente sviluppata e dimensione fine/sottile. L'orizzonte Bt si estende da

18cm e prosegue oltre i 30cm presenta colorazioni tendenti a colori Munsell 7.5 YR. Ricco in argille e in scheletro composto da clasti di varia forma: subarrotondati, spigolosi e piatti e di varie classi dimensionali: ghiaia fine al 3%, ghiaia media al 7%, ghiaia grossolana al 9% e infine 1% di

 www.iatprogetti.it	OGGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO DENOMINATO "GUSPINI" IN LOCALITA' "TOGORO" DELLA POTENZA NOMINALE DI 56,95 MWac	COD. ELABORATO ICA-FVG-RP6
	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA	PAGINA 35 di 71

ciottoli piccoli per un totale stimato del 20%. Drenaggio interno da moderatamente ben drenato a mal drenato. La superficie totale potenzialmente occupata dalla stazione è pari a circa 5ha e comprende diversi appezzamenti agricoli con usi del suolo differenti. Si tratta di pascoli naturali per i bovini e seminativi su sodo ed erbai autunno vernini. La copertura vegetale è costituita da specie erbacee che varia a seconda dell'uso del suolo riconducibile ai prati nitrofilo e subnitrofilo mediterranei, mentre la copertura alto arbustiva che adorna i confini dei fondi è costituita da lentisco, alaterno, mirto e fillirea, con isolati esemplari arborei di sughera che si riscontrano anche all'interno degli appezzamenti.



Figura 34 - Seminativo utilizzato per la produzione di erbai autunno vernini e attualmente pascolato, è possibile scorgere la vegetazione arbustiva che si sviluppa nei confini del fondo con esemplari di sughera isolata

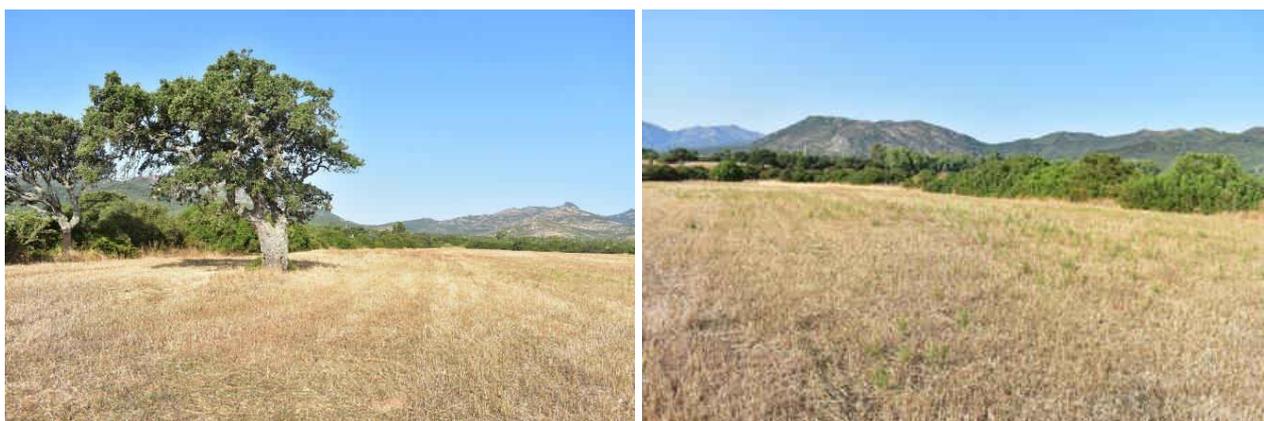


Figura 35 - Altro appezzamento incluso nella superficie in progetto seminativo su sodo

 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	OGGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO DENOMINATO "GUSPINI" IN LOCALITA' "TOGORO" DELLA POTENZA NOMINALE DI 56,95 MWac	COD. ELABORATO ICA-FVG-RP6
	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA	PAGINA 36 di 71

3.4 Valutazione della Capacità d'uso o Land Capability Evaluation

3.4.1 Introduzione

Il cambiamento d'uso di un territorio richiede delle attente valutazioni attraverso le quali prevenire gli eventuali benefici e/o conseguenze che esso può recare sia in termini socioeconomici che in termini qualitativi dell'ambiente stesso. A tal proposito, in fase di pianificazione, la "Land Evaluation" aiuta a valutare le limitazioni e le capacità d'uso di un territorio. Questo tipo di analisi richiede l'utilizzo di uno dei modelli noti: la Land Capability. Ai fini del progetto sono stati presi in esame i fattori che forniscono importanti indicazioni sullo stato di salute attuale della risorsa suolo (nei siti indicati) per la realizzazione del progetto e di conseguenza, l'uso più appropriato affinché lo stesso venga preservato.

3.4.2 Descrizione della Land Capability Evaluation

È un modello di valutazione di una determinata area all'uso agricolo e non solo, dove parti di territorio vengono suddivisi in aree omogenee, ovvero classi, di intensità d'uso.

Nella capacità d'uso il territorio che viene classificato nel livello più alto risulta essere il più versatile e di conseguenza permette una più ampia scelta di colture e usi.

Via via che si scende di classe si trovano delle limitazioni crescenti che riducono gradualmente la scelta delle possibili colture, dei sistemi di irrigazione, della meccanizzazione delle operazioni colturali.

Le classi che definiscono la capacità d'uso dei suoli sono otto e si suddividono in due raggruppamenti principali. Il primo comprende le classi I, II, III, IV ed è rappresentato dai suoli adatti alla coltivazione e ad altri usi. Il secondo comprende le classi V, VI, VII ed VIII, ovvero suoli che sono diffusi in aree non adatte alla coltivazione; fa eccezione in parte la classe V dove, in determinate condizioni e non per tutti gli anni, sono possibili alcuni utilizzi agrari.

Un secondo livello gerarchico di suddivisione è dato dalle sottoclassi, indicate da lettere minuscole e aventi le seguenti limitazioni:

- e- limitazioni dovute a gravi rischi di processi erosivi;
- w- limitazioni dovute a eccessi di ristagno idrico nel suolo;
- s- limitazioni nel suolo nello strato esplorato dalle radici;
- c- limitazioni di natura climatica

3.4.3 Descrizione delle classi

La descrizione delle classi è derivata dai più recenti documenti realizzati dalla Regione Sardegna nell'ambito del Progetto "Carta delle unità delle terre e della capacità d'uso dei suoli - 1° lotto (2014)" e rivisitata per l'area oggetto di studio.

Suoli in classe I: non hanno particolari limitazioni per il loro uso, consentendo diverse possibili destinazioni d'uso per le colture agrarie, per il pascolo sia migliorato che naturale, per il

 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	OGGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO DENOMINATO "GUSPINI" IN LOCALITA' "TOGORO" DELLA POTENZA NOMINALE DI 56,95 MWac	COD. ELABORATO ICA-FVG-RP6
	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA	PAGINA 37 di 71

rimboschimento destinato alla produzione, ad attività naturalistiche e ricreative, ecc. Le forme del paesaggio variano da pianeggianti a subpianeggianti, i suoli sono profondi e ben drenati.

Suoli in classe I: non sono soggetti a dannose inondazioni. Sono produttivi e soggetti a usi agricoli intensivi. I suoli profondi ma umidi, che presentano orizzonti profondi con una bassa permeabilità, non sono ascrivibili alla classe I.

Possono essere in alcuni casi iscritti alla classe I se l'intervento di drenaggio è finalizzato ad incrementare la produttività o facilitare le operazioni colturali. Suoli in classe I destinati alle colture agrarie richiedono condizioni normali di gestione per mantenerne la produttività, sia come fertilità, sia come struttura. Queste pratiche possono includere somministrazioni di fertilizzanti, calcinazioni, sovesci, conservazione delle stoppie, letamazioni e rotazioni colturali.

Suoli in classe II: mostrano alcune limitazioni che riducono la scelta delle possibili colture o richiedono moderate pratiche di conservazione. I suoli presenti in questa classe richiedono particolari attenzioni nelle pratiche gestionali, tra cui quelle di conservazione della fertilità, per prevenire i processi di degrado o per migliorare i rapporti suolo-acqua-aria qualora questi siano coltivati. Le limitazioni sono poche e le pratiche conservative sono facili da applicare.

I suoli possono essere destinati alle colture agrarie, al pascolo sia migliorato che naturale, al rimboschimento finalizzato alla produzione di legname da opera, alla raccolta di frutti selvatici, ad attività naturalistiche e ricreative.

Le limitazioni dei suoli in questa classe possono essere, singolarmente o in combinazione tra loro, pendenze moderate, moderata suscettività all'erosione idrica ed eolica, moderate conseguenze di precedenti processi erosivi, profondità del suolo inferiore a quella ritenuta ideale, in alcuni casi struttura e lavorabilità non favorevoli, salinità e sodicità da scarsa a moderata ma facilmente irrigabili.

Occasionalmente possono esserci danni alle colture per inondazione. La permanenza eccessiva di umidità del suolo, comunque facilmente correggibile con interventi di drenaggio, è considerata una limitazione moderata.

I suoli in classe II presentano all'operatore agricolo una scelta delle possibili colture e pratiche gestionali minori rispetto a quelle della classe I. Questi suoli possono richiedere speciali sistemi di gestione per la protezione del suolo, pratiche di controllo delle acque o metodi di lavorazione specifici per le colture possibili.

Suoli in classe III: presentano delle rigide limitazioni che riducono la scelta delle possibili colture e, per essere utilizzati, si devono realizzare speciali pratiche di conservazione. Hanno restrizioni maggiori rispetto a quelle della classe II, possono essere destinati alle colture agrarie, al pascolo migliorato e naturale, al rimboschimento finalizzato anche alla produzione di legname da opera, alla raccolta dei frutti selvatici e ad usi turistici e ricreativi.

Le limitazioni di questi suoli ne restringono significativamente sia la scelta delle colture che il

 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	OGGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO DENOMINATO "GUSPINI" IN LOCALITA' "TOGORO" DELLA POTENZA NOMINALE DI 56,95 MWac	COD. ELABORATO ICA-FVG-RP6
	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA	PAGINA 38 di 71

periodo di semina o impianto, le lavorazioni e la successiva raccolta. Le limitazioni possono essere ricondotte a: pendenze moderate, elevata suscettibilità alla erosione idrica ed eolica, effetti di una precedente erosione, inondazioni frequenti ed accompagnate da danni alle colture, ridotta permeabilità degli orizzonti profondi, elevata umidità del suolo e continua presenza di ristagni, ed altro ancora.

Suoli in classe IV: mostrano limitazioni molto severe che restringono la scelta delle possibili colture e/o richiedono tecniche di gestione migliorative. I suoli presenti in questa classe possono essere destinanti alle colture agrarie, al pascolo migliorato e naturale, al rimboschimento finalizzato anche alla produzione di legname da opera, alla raccolta dei frutti selvatici e ad usi turistici e ricreativi. Inoltre, possono essere adatti solo ad un numero limitato delle colture più comuni.

Le limitazioni sono dovute a: pendenze elevate, suscettibilità elevata alla erosione idrica ed eolica, gravi effetti di precedenti processi erosivi, ridotta profondità del suolo, ridotta capacità di ritenzione idrica, inondazioni frequenti accompagnate da gravi danni alle colture, umidità eccessiva dei suoli con rischio continuo di ristagno idrico anche dopo interventi di drenaggio, severi rischi di salinità e sodicità, moderate avversità climatiche.

In morfologie pianeggianti o quasi pianeggianti alcuni suoli ascritti alla classe IV, dal ridotto drenaggio e non soggetti a rischi di erosione, risultano poco adatti alle colture agrarie in interlinea a causa del lungo tempo necessario per ridurre la loro umidità, inoltre la loro produttività risulta molto ridotta.

Suoli in classe V: presentano molte limitazioni, oltre a limitati rischi di erosione, non rimovibili, che limitano il loro uso al pascolo naturale o migliorato, al rimboschimento finalizzato anche alla produzione di legname da opera, alla raccolta dei frutti selvatici e ad usi turistici e ricreativi. Inoltre, mostrano limitazioni che restringono il genere delle specie vegetali che possono crescervi o che impediscono le normali lavorazioni colturali.

Questi suoli sono ubicati su aree depresse soggette a frequenti inondazioni che riducono la normale produzione delle colture, su superfici pianeggianti ma interessate da elevata pietrosità e rocciosità affiorante, aree eccessivamente umide dove il drenaggio non è fattibile, ma dove i suoli sono adatti al pascolo e agli alberi.

A causa di queste limitazioni, non è possibile la coltivazione delle colture più comuni, ma è possibile il pascolo, anche migliorato.

Suoli in classe VI: presentano forti limitazioni che li rendono generalmente non adatti agli usi agricoli e limitano il loro utilizzo al pascolo, al rimboschimento, alla raccolta dei frutti selvatici e agli usi naturalistici. Inoltre, hanno limitazioni che non possono essere corrette quali pendenze elevate, rischi severi di erosione idrica ed eolica, gravi effetti di processi pregressi, strato esplorabile dalle radici poco profondo, eccessiva umidità del suolo o presenza di ristagni idrici, bassa capacità di ritenzione idrica, salinità e sodicità o condizioni climatiche non favorevoli. Una o più di queste

 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	OGGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO DENOMINATO "GUSPINI" IN LOCALITA' "TOGORO" DELLA POTENZA NOMINALE DI 56,95 MWac	COD. ELABORATO ICA-FVG-RP6
	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA	PAGINA 39 di 71

limitazioni possono rendere il suolo non adatto alle colture. Possono comunque essere destinati, anche in combinazione tra loro, al pascolo migliorato e naturale, rimboschimenti finalizzati anche alla produzione di legname da opera, Alcuni suoli ascritti alla classe VI, se sono adottate tecniche di gestione intensive, possono essere destinati alle colture agrarie più comuni.

Suoli in classe VII: questi suoli presentano delle limitazioni molto rigide che li rendono inadatti alle colture agrarie e che limitano il loro uso al pascolo, rimboschimento, raccolta dei frutti spontanei e agli usi naturalistici e ricreativi. Inoltre, sono inadatti anche all'infittimento delle cotiche o a interventi di miglioramento quali lavorazioni, calcinazioni, apporti di fertilizzanti, e controllo delle acque tramite solchi, canali, deviazione di corpi idrici, ecc.

Le limitazioni di questa classe sono permanenti e non possono essere eliminate o corrette quali, pendenze elevate, erosione, suoli poco profondi, pietrosità superficiale elevata, umidità del suolo, contenuto in sali e in sodio, condizioni climatiche non favorevoli o eventuali altre limitazioni, i territori in classe VII risultano non adatti alle colture più comuni. Possono essere destinati al pascolo naturale, al rimboschimento finalizzato alla protezione del suolo, alla raccolta dei frutti selvatici, ad attività naturalistiche e ricreative. Infine, possono essere da adatti a poco adatti al rimboschimento finalizzato alla produzione di legname. Essi non sono adatti, invece, a nessuna delle normali colture agrarie.

Suoli in classe VIII: i suoli di questa classe hanno limitazioni che precludono la loro destinazione a coltivazioni economicamente produttive e che restringono il loro uso alle attività ricreative, naturalistiche, realizzazione di invasi o a scopi paesaggistici.

Di conseguenza, non è possibile attendersi significativi benefici da colture agrarie, pascoli e colture forestali. Benefici possono essere ottenibili dagli usi naturalistici, protezioni dei bacini e attività ricreative.

Limitazioni che non possono essere corrette o eliminate possono risultare dagli effetti dell'erosione in atto o pregresse, elevati rischi di erosione idrica ed eolica, condizioni climatiche avverse, eccessiva umidità del suolo, pietrosità superficiale elevata, bassa capacità di ritenzione idrica, salinità e sodicità elevata. In questa classe, inoltre, sono state racchiuse tutte le aree marginali, quelle con rocciosità affiorante, le spiagge sabbiose, le aree di esondazione, gli scavi e le discariche. Infine, nelle aree in classe VIII possono essere necessari interventi per favorire l'impianto e lo sviluppo della vegetazione per proteggere aree adiacenti di maggiore valore, per controllare i processi idrogeologici, per attività naturalistici e per scopi paesaggistici.

3.4.4 *Descrizione delle sottoclassi*

Come già riportato nelle pagine precedenti, le sottoclassi sono in numero di 4 e indicate con delle lettere minuscole suffisse al simbolo della classe. Per definizione la Classe I non ammette sottoclassi.

Sottoclasse e (erosione), in questa sottoclasse ricadono aree dalle pendenze elevate che sono

 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	OGGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO DENOMINATO "GUSPINI" IN LOCALITA' "TOGORO" DELLA POTENZA NOMINALE DI 56,95 MWac	COD. ELABORATO ICA-FVG-RP6
	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA	PAGINA 40 di 71

soggette a gravi rischi di erosione laminare o incanalata o dove l'elevato rischio di ribaltamento delle macchine agricole rallenta fortemente o impedisce la meccanizzazione delle operazioni colturali. Alle pendenze elevate è spesso associata la ridotta copertura vegetale derivante anche da precedenti errate pratiche agricole;

Sottoclasse w (water), alla sottoclasse vengono ascritte tutte le limitazioni connesse ad eccessi di acqua nel suolo, quali difficoltà di drenaggio interno, eccessiva umidità, elevati rischi di esondazione, o condizioni simili per le quali è necessario il ricorso a interventi di drenaggio di varia importanza;

Sottoclasse s (soil), in questa sottoclasse vengono ascritte le aree interessate da limitazioni dovute alle caratteristiche del suolo, quali ridotta potenza, tessitura eccessivamente fine o grossolana, elevata pietrosità superficiale o rocciosità affiorante, bassa capacità di ritenzione idrica, ridotta fertilità, presenza di salinità e sodicità.

Sottoclasse c (clima), ricadono in questa sottoclasse le situazioni dove i fattori limitanti sono di natura climatica quali elevata frequenza di precipitazioni di notevole intensità oraria ed istantanea, frequenza di gelate e nebbie, elevate altitudini condizionanti negativamente le colture.

Di seguito si riporta uno schema esemplificativo della Capacità d'uso dei suoli con le classi ed i possibili usi:

Tabella 1 – Schema della Land Capability e tipi di usi possibili

Classi di capacità d'uso	Usi								
	Ambiente naturale	Forestazione	Pascolo			Agricoltura			
			limitato	moderato	intensivo	limitata	moderata	intensiva	m. intensiva
I									
II									
III									
IV									
V									
VI									
VII									
VIII									

 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	OGGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO DENOMINATO "GUSPINI" IN LOCALITA' "TOGORO" DELLA POTENZA NOMINALE DI 56,95 MWac	COD. ELABORATO ICA-FVG-RP6
	TITOLO RELAZIONE AGRO-PEDOLOGICA	PAGINA 41 di 71

Classi LCC	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Parametri	Suoli adatti agli usi agricoli				Suoli adatti al pascolo e alla forestazione			Suoli inadatti ad usi agro-silvo-pastorali
Pendenza (%)	≤ 2,5	> 2,5 – ≤ 8	> 8 – ≤ 15	> 15 – ≤ 25	≤ 2,5	> 25 – ≤ 35	> 25 – ≤ 35	>35
Quota m s.l.m.	≤ 600	≤ 600	≤ 600	>600 - ≤ 900	>600 - ≤ 900	>900 - ≤ 1300	>900 - ≤ 1300	>1.300
Pietrosità superficiale (%) A: ciottoli grandi (15-25 cm) B: pietre (>25 cm)	assente	A ≤ 2	A >2 - ≤ 5	A >5 - ≤ 15	A>15 - ≤ 25 B= 1 - ≤ 3	A>25 - ≤ 40 B >3 - ≤ 10	A>40 - ≤ 80 B>10 - ≤ 40	A>80 B>40
Rocciosità affiorante (%)	assente	assente	≤ 2	>2 - ≤ 5	>5 - ≤ 10	>10 - ≤ 25	>25 - ≤ 50	>50
Erosione in atto	assente	assente	Erosione idrica laminare e/o eolica, debole Area 0 - 5%	Erosione idrica laminare e/o a Rigagnoli e/o eolica, moderata Area 5 -10%	Erosione idrica laminare e/o eolica, debole Area 0 - 5%	Erosione idrica laminare e/o a rigagnoli severa Area 10-25%	Erosione idrica, laminare e/o a Rigagnoli o a fossi o movimenti di massa, severa Area 10 - 50%	Erosione idrica Laminare e/o a rigagnoli o a fossi o movimenti di massa, estrema Area >50%
Profondità del suolo utile per le radici (cm)	>100	>100	> 50 – ≤ 100	> 25 – ≤ 50	> 50 – ≤ 100	> 25 – ≤ 50	> 10 – ≤ 25	≤ 10
Tessitura orizzonte superficiale ¹	S, SF, FS, F, FA	L, FL,FAS, FAL, AS, A	AL	----	----	----	----	----
Scheletro orizzonte superficiale 2(%)	<5	≥ 5 - ≤ 15	>15 - ≤ 35	>35 - ≤ 70	>70 Pendenza ≤ 2,5%	>70	>70	>70
Salinità (mS cm-1)	≤ 2 nei primi 100 cm	>2 - ≤4 nei primi 40 cm e/o >4 - ≤ 8 tra 50 e 100 cm	>4 - ≤8 nei primi 40 cm e/o >8 tra 50 e 100 cm	>8 nei primi 100 cm	Qualsiasi			
Acqua disponibile (AWC) fino alla profondità utile 3(mm)	>100		> 50 – ≤ 100	> 25 – ≤ 50	> 50 – ≤ 100	> 25 – ≤ 50		≤ 25
Drenaggio interno	Ben drenato	Moderatamente ben drenato	Piuttosto mal drenato o eccessivamente drenato	Mal drenato o Eccessivamente drenato	Molto mal drenato	Qualsiasi drenaggio		

¹Si considera come orizzonte superficiale lo spessore di 40 cm che corrisponde al valore medio di un orizzonte Ap o di un generico epipedon

²Idem.

³Riferita al 1° metro di suolo o alla profondità utile se inferiore a 1 m

Tabella 2 Schema dei criteri di valutazione di Land Capability tratti dal progetto "CUT- 1° lotto (2014)"

 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	OGGETTO IMPIANTO FOTOVOLTAICO "GUSPINI" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO ICA-FVG-RP6
	TITOLO RELAZIONE AGROPEDOLOGICA	PAGINA 42 di 71

3.5 Classificazione Land capability dell'area in esame

Lo scopo principale della valutazione della capacità d'uso è la pianificazione agricola sebbene possa trovare applicazione in altri settori. In studi di questo tipo, è particolarmente utile per capire i diversi tipi di usi potenziali di determinati territori, evitando contrasti con i diversi indirizzi produttivi e, di conseguenza, danni all'economia locale.

La valutazione delle classi di capacità d'uso caratterizzanti i suoli dell'area indagata è stata condotta sulla base delle Unità di Terre.

Come precedentemente scritto le unità caratterizzanti l'area del territorio amministrativo di Guspini in cui è prevista la messa in opera dell'impianto agrivoltaico sono 2: DAP e ATG.

Sotto il profilo geologico l'areale in progetto è costituito principalmente dalla litofacies nel Subsistema di Portoscuso (SINTEMA DI PORTOVESME), ghiaie alluvionali terrazzate da medie a grossolane, con subordinate sabbie. I depositi alluvionali terrazzati olocenici, si riscontrano invece con estensioni nettamente inferiori nell'area perimetrale, in direzione nord est, delle superfici preposte.

In virtù di una scarsa eterogeneità dell'area esaminata dal punto di vista geopedologico si è preso in considerazione un ulteriore elemento distintivo che consente di implementare le indagini dei suoli in situazioni analoghe a questa, ovvero la morfologia. Pertanto, i rilievi effettuati su diverse sottounità fisiografiche hanno permesso di valutare le caratteristiche fisiche dei suoli nelle aree in progetto; tramite le stesse è stato possibile classificarli secondo il modello di Land Capability Classification.

L'analisi svolta conferma la buona suscettività di questi suoli all'uso agricolo sebbene siano presenti da lievi a moderate limitazioni che possono restringere lo spettro colturale. Inoltre, considerata l'estensione del progetto e il contesto geomorfologico in cui si colloca, determinate aree sono caratterizzate da severe limitazioni che possono impedire l'utilizzo agricolo, se non attraverso opere di miglioramento fondiario, e le relegano ad usi prettamente pastorali.

Questo, ad esempio, è il caso delle superfici in cui sono stati condotti i rilievi G1 (Unità DAP -1) e G6 (Unità DAP 1). Le caratteristiche quali pietrosità superficiale da moderata ad elevata, contraddistinta dalla presenza modesta di clasti appartenenti alle classi dimensionali più alte, quali ciottoli grandi e pietre e secondariamente lo scheletro dell'orizzonte superficiale, da frequente ad abbondante, consentono di classificare questi suoli rispettivamente in classe VI e V di capacità d'uso, alle quali si può affiancare la sottoclasse "s".

I rilievi G4, G5 e G7 rispettivamente Unità di Terre DAP -1 per i primi due e DAP 0 per il terzo, mostrano valori di pietrosità e di scheletro dell'orizzonte superficiale inferiori. Difatti il sito G5 e il G7 sono attualmente dei seminativi indirizzati alla produzione foraggera, attraverso l'utilizzo di pratiche di agricoltura conservativa (semina su sodo) riscontrate nel campo in cui è stato effettuato il rilievo G5. Tale pratica agronomica consente di evitare il riporto superficiale dei clasti degli

 www.iatprogetti.it	OGGETTO IMPIANTO FOTOVOLTAICO "GUSPINI" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO ICA-FVG-RP6
	TITOLO RELAZIONE AGROPEDOLOGICA	PAGINA 43 di 71

orizzonti sottostanti e rappresenta una buona pratica per la conservazione e sostenibilità della risorsa suolo Il G4 invece è attualmente un pascolo probabilmente per scelta produttiva ma non per ragioni pedologiche, per il resto le caratteristiche intrinseche dei suoli somigliano ai precedenti siti. Pertanto i suoli vengono classificati in III classe di capacità d'uso a cui si associa anche in questo caso la sottoclasse 's'. Il profilo G2 si discosta sensibilmente rispetto a questi ultimi per i volumi, a tratti leggermente maggiori, di ciottoli grandi riscontrati nelle superfici prese in considerazione, per queste ragioni viene collocato in III/IV di capacità d'uso.

Infine per quanto riguarda i suoli impostati sui depositi alluvionali terrazzati dell'olocene, in cui ricade il profilo G2, i caratteri pedologici si discostano dai siti analizzati fino ad ora per quanto riguarda i valori di pietrosità superficiale, assente, i bassi volumi di scheletro nell'orizzonte superficiale, pari al 3%, e di tessitura, più argillosa, tale da influenzare il drenaggio interno. Infatti l'unica limitazione che colloca questi suoli in classi inferiori di Land capability è dovuta proprio al drenaggio interno che si presume possa essere piuttosto mal drenato. Per questa ragione i suoli vengono classificati in III classe di Land capability a cui viene associata il suffisso "w" ad indicare limitazioni connesse ad eccessi di acqua nel suolo, quali difficoltà di drenaggio interno ed eccessiva umidità.

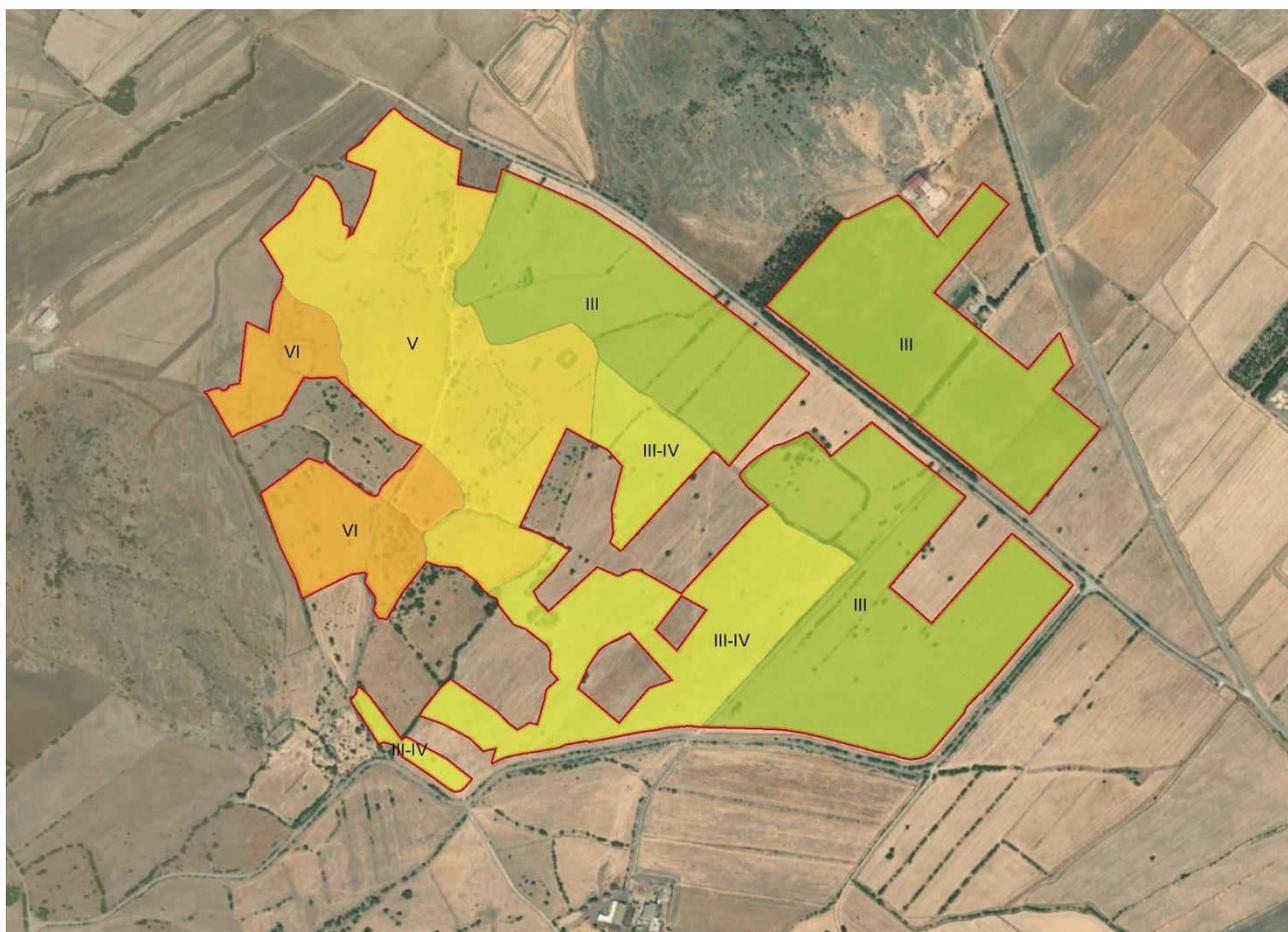


Figura 36 – Carta della Land Capability dell'area in esame

 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	OGGETTO IMPIANTO FOTOVOLTAICO "GUSPINI" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO ICA-FVG-RP6
	TITOLO RELAZIONE AGROPEDOLOGICA	PAGINA 44 di 71

4 EFFETTI ATTESI E MISURE DI MITIGAZIONE

Gli aspetti ambientali maggiormente significativi che si originano dalla realizzazione di un impianto fotovoltaico con strutture installate sul terreno sono dovuti all'occupazione del suolo, in considerazione, soprattutto, della lunga durata della fase di esercizio.

L'installazione delle strutture di sostegno dei pannelli FV è potenzialmente suscettibile, infatti, di innescare o accentuare processi di degrado riconducibili alla compattazione, alla diminuzione della fertilità e alla perdita di biodiversità.

Un punto fondamentale da considerare è che la formazione del suolo è un processo estremamente lento. Infatti, laddove dovesse essere impermeabilizzato le sue funzioni sarebbero praticamente perdute del tutto o in gran parte (Siebielec et al., 2010).

Queste funzioni riconosciute come servizi ecosistemici sono riconducibili a: produzione alimentare; assorbimento idrico; capacità di filtraggio e tamponamento del suolo; stoccaggio di carbonio; riserva di biodiversità. È perciò importante considerare che il suolo oltre alla sua funzione produttiva (agricola) presenta funzioni ambientali altrettanto importanti che vanno tutelate e salvaguardate.

Le relazioni fra il campo fotovoltaico ed il suolo agrario che lo ospita sono da indagare con una specifica attenzione, poiché, con la costruzione dell'impianto, il suolo funge da substrato per il supporto dei pannelli fotovoltaici. Tale ruolo "meccanico" non deve porre in secondo piano le complesse e peculiari relazioni fra il suolo e gli altri elementi dell'ecosistema, che possono essere variamente influenzate dalla presenza del campo fotovoltaico e dalle sue caratteristiche progettuali. Nel caso specifico, il progetto esclude la necessità di ricorrere alla manomissione dei suoli o alla loro impermeabilizzazione, se non parzialmente in corrispondenza delle aree adibite alla realizzazione delle cabine. L'analisi dei potenziali effetti sulla risorsa suolo richiede necessariamente una valutazione bilanciata in rapporto al conseguimento di obiettivi strategici orientati alla progressiva riduzione dell'utilizzo dei combustibili fossili a vantaggio di energie rinnovabili.

Ci si trova, pertanto, in una fase del progresso tecnologico in cui appare doveroso individuare delle soluzioni che possano garantire il giusto equilibrio tra esigenze di conservazione ambientale e produzione agricola con le necessità di contrastare i cambiamenti climatici attraverso sistemi agro fotovoltaici. Per questa ragione il suolo riveste un ruolo chiave in questo nuovo riassetto globale. Infatti, emerge sempre più una maggior sensibilità per la salute del suolo, come dimostra il crescente aumento negli ultimi anni delle colture biologiche, integrate, conservative, reso possibile anche dagli incentivi di una politica comunitaria attenta a queste problematiche.

Secondo queste logiche la Commissione Europea ha indicato delle buone pratiche allo scopo di limitare, mitigare o compensare tutti quegli interventi che possono provocare il consumo e l'impermeabilizzazione del suolo (Orientamenti in materia di buone pratiche per limitare, mitigare e compensare l'impermeabilizzazione del suolo, 2012). Sulla base di ciò verranno proposte delle misure mitigative e compensative che meglio si adattano al caso specifico finalizzate a raggiungere tale obiettivo ovvero quello di limitare al minimo gli impatti sulla risorsa pedologica.

 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	OGGETTO IMPIANTO FOTOVOLTAICO "GUSPINI" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO ICA-FVG-RP6
	TITOLO RELAZIONE AGROPEDOLOGICA	PAGINA 45 di 71

Analizzare le caratteristiche costruttive dell'impianto fotovoltaico permette di individuare quali possano essere i potenziali impatti agro-pedologici che si possono manifestare nel sito di progetto.

4.1 Effetti in fase di cantiere

Durante le fasi di cantiere le attività di movimentazione del terreno comportano l'alterazione delle proprietà fisico-chimiche del suolo per effetto della variazione stratigrafica dovuta alla manomissione degli orizzonti pedologici. Gli effetti descritti a carico della risorsa suolo si riferiscono, in particolare, alle superfici predisposte alla realizzazione della sottostazione elettrica e delle cabine elettriche, presso cui si dovrà prevedere necessariamente la sistemazione morfologica dei piazzali e l'indispensabile rivestimento e impermeabilizzazione delle superfici interessate.

Gli interventi previsti, limitati ad una superficie complessiva di circa 5 ha per la stazione elettrica e 0.08 ha per le cabine elettriche, interne al campo agro-voltaico, determineranno inevitabilmente effetti diretti e irreversibili sulla risorsa, misurabili in termini sottrazione di suolo e perdita locale delle funzioni ecosistemiche descritte precedentemente.

L'utilizzo di tracker che non prevedono dei pali di sostegno ancorati a fondazioni in calcestruzzo concorre a conseguire, inoltre, il pieno recupero ambientale del sito al termine della fase di esercizio. La realizzazione delle piste di servizio necessarie per le attività all'interno dell'impianto (realizzate attraverso la ricarica con materiale arido di cava) determinano una sottrazione di suolo pari a circa 5.4 ha che risulta comunque limitata in rapporto alla superficie complessivamente occupata dal campo solare (83 ha circa). Gli effetti diretti riconducibili a tali interventi riguarderebbero l'aumento della pietrosità e, indirettamente, il grado di compattazione, originabile dal passaggio dei mezzi di servizio nell'arco della durata dell'impianto. L'impatto sarebbe potenzialmente più avvertibile nelle superfici che hanno mostrato una buona propensione ad essere utilizzate come seminativi (III-IV classe di capacità d'uso di suolo). Tuttavia, l'effetto previsto benché riduca le funzioni del suolo nelle superfici interessate, non può essere considerato come irreversibile in quanto le piste non saranno impermeabilizzate. Nelle fasi di installazione l'effetto della compattazione sulle superfici restanti, conseguente al transito dei mezzi, è valutabile come non significativo.

Gli effetti potenziali associati alla fase di costruzione devono riferirsi inoltre agli scavi per la posa dei cavidotti per il trasporto dell'energia dalla centrale solare alla stazione di utenza. Peraltro, tali effetti possono essere considerati non significativi in quanto le superfici interessate si trovano ai margini della esistente viabilità e non interesseranno superfici agricole o naturali.

Gli impatti associati alla produzione di rifiuti durante le lavorazioni si ritengono scarsamente significativi ed efficacemente controllabili a seguito della rigorosa adozione delle procedure di gestione previste dalla normativa applicabile.

 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	OGGETTO IMPIANTO FOTOVOLTAICO "GUSPINI" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO ICA-FVG-RP6
	TITOLO RELAZIONE AGROPEDOLOGICA	PAGINA 46 di 71

4.2 Effetti in fase di esercizio

In fase di esercizio gli unici effetti ravvisabili sulla risorsa suolo sono riconducibili all'occupazione di superfici e alla variazione dell'irraggiamento solare rispetto allo stato ex ante. Per quanto riguarda l'aspetto relativo all'occupazione di suolo la presenza degli inseguitori solari non preclude il proseguimento delle pratiche agro-pastorali. Nel caso specifico la superficie complessiva che potrebbe essere utilizzata a fini agricoli (SAU) ammonterebbe a circa 75 ha. Le variazioni diurne e stagionali del microclima associate alle differenti condizioni di irraggiamento solare sulle superfici, ancorché più contenute rispetto alle tradizionali soluzioni con strutture di sostegno fisse, sarebbero comunque avvertibili. I parametri e gli aspetti potenzialmente soggetti a variazione, oltre alla temperatura, si riferiscono all'umidità, ai processi fotosintetici, al tasso di crescita delle piante delle colture previste, alla tipologia delle essenze selvatiche che si insidieranno, al tasso di degradazione della sostanza organica e alle attività della micropedofauna. Tale effetto perturbativo, che andrà indagato durante le previste attività di monitoraggio ambientale, potrebbe potenzialmente incidere sulle caratteristiche pedologiche delle superfici. All'atto della dismissione dell'impianto, infatti, a seguito della rimozione dei pannelli si ristabilirà la condizione originaria determinando un nuovo riassetto dei parametri. L'effetto viene comunque valutato reversibile e di breve-medio termine. Peraltro, è comunque verosimile che una minore esposizione complessiva all'irraggiamento solare riduca i livelli di evapotraspirazione e dunque contribuisca alla conservazione di ottimali livelli di umidità del suolo, con effetti potenzialmente positivi sul contenuto di sostanza organica. D'altro canto, l'azione di copertura operata dai pannelli può incidere positivamente sui fattori di degrado riscontrati sulla risorsa suolo, inducendo un'attenuazione delle piogge durante le precipitazioni. Infine, gli eventuali interventi manutentivi e di pulizia che verranno svolti durante la fase di esercizio hanno un impatto irrilevante sul suolo.

In riferimento agli Insetti pronubi, fondamentali all'interno dell'agroecosistema, è riportato per i sistemi di pannelli fotovoltaici un certo impatto in termini di "polarized light pollution - PLP", ossia una modifica importante del pattern di polarizzazione della luce ambiente a causa della riflessione (Horváth et al., 2009). La PLP concorre al "disorientamento" comportamentale di alcuni insetti "polarotattici" come, per esempio, le api (*Apis mellifera* L.) che grazie ad un array di sistemi, tra i quali la polarotassi sono in grado di fare ritorno al proprio alveare (homing) con le scorte di nettare, polline, acque e propoli per le esigenze dell'intera colonia. Ogni fattore in grado di incidere sulla navigazione delle api operarie può rappresentare di per sé una criticità in grado di ridurre il potenziale di approvvigionamento alimentare delle colonie con effetti negativi nella performance di sviluppo, tolleranza a parassiti e patogeni e infine sulla produzione. È pertanto opportuno attuare delle soluzioni che consentano di integrare i rapporti tra i sistemi produttivi energetici e le api.

 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	OGGETTO IMPIANTO FOTOVOLTAICO "GUSPINI" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO ICA-FVG-RP6
	TITOLO RELAZIONE AGROPEDOLOGICA	PAGINA 47 di 71

4.3 Effetti in fase di dismissione

In fase di dismissione gli effetti dell'impianto sul suolo sono di carattere transitorio e reversibile potendosi riferire principalmente al transito dei mezzi d'opera in corrispondenza delle aree di lavorazione.

Anche in questo caso gli effetti associati alla produzione di rifiuti si ritengono efficacemente controllabili a fronte dell'adozione di appropriate misure di gestione e, dunque, scarsamente significativi.

4.4 Misure di mitigazione proposte

Al fine di contenere i potenziali impatti negativi, le buone pratiche pubblicate dalla Commissione Europea per mitigare gli effetti del consumo di suolo suggeriscono di adottare misure di mitigazione che prevedano l'utilizzo di materiali o metodi di costruzione ecosostenibili. Ciò al fine di favorire la permeabilità del terreno e limitare la perdita completa delle funzioni del suolo nello specifico sito.

La realizzazione del campo solare in progetto, inoltre, configura l'opportunità di individuare mirate misure di compensazione in grado di incidere positivamente sulle limitazioni d'uso riscontrate, come più oltre evidenziato.

4.4.1 Area della stazione elettrica condivisa

Nel caso in esame in riferimento all'area della stazione elettrica, in cui non può evitarsi l'impermeabilizzazione del suolo, l'impatto potrà essere mitigato attraverso la **realizzazione di sistemi di subirrigazione** delle acque meteoriche intercettate dai piazzali impermeabili della stazione elettrica e scaricate sul suolo, previa depurazione, dai previsti sistemi di raccolta e trattamento acque di prima pioggia. Tale sistema dovrà prevedere delle tubazioni di scarico che interessino anche l'area impermeabilizzata. La potenziale perdita di suolo che origina dalle attività preparatorie del terreno dell'area della sottostazione elettrica potrà essere efficacemente compensata avendo cura di **accantonare gli strati superficiali di suolo (primi 15-30 cm) al fine di risistemarli integralmente nelle superfici limitrofe** a scavi terminati. Attraverso questa misura di compensazione è possibile migliorare la qualità dei suoli con scarsa o ridotta potenzialità d'uso quali quelli in esame. Ci si riserva in seguito ad ulteriori analisi di valutare quali siano le superfici più idonee a ricevere "l'innesto".

4.4.2 Area delle cabine elettriche

In riferimento alle aree in cui verranno realizzate le cabine elettriche interne al campo, non può evitarsi l'impermeabilizzazione del suolo. La potenziale perdita di suolo che origina dalle attività preparatorie del terreno pertinenti alle fondazioni delle cabine, potrà essere efficacemente mitigata avendo cura di accantonare gli strati superficiali di suolo (primi 30 cm) al fine di risistemarli integralmente nelle superfici limitrofe a scavi terminati. Attraverso questa misura di compensazione è possibile migliorare la qualità di suoli con scarsa o ridotta potenzialità d'uso riscontrati localmente all'interno delle superfici d'interesse. Nelle fasi di dismissione dovrà essere prevista la rimozione

 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	OGGETTO IMPIANTO FOTOVOLTAICO "GUSPINI" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO ICA-FVG-RP6
	TITOLO RELAZIONE AGROPEDOLOGICA	PAGINA 48 di 71

dello strato impermeabilizzato. La procedura prevede il dissodamento del terreno sottostante, la **rimozione del materiale estraneo e la ristrutturazione del profilo pedologico**. Per completare l'opera di ripristino potrebbe essere necessario l'aggiunta di terreno vegetale scavato nel sito. Questa misura se adeguatamente pianificata e gestita permette di recuperare una parte considerevole delle funzioni del suolo.

4.4.3 Area del campo solare e attività agro-pastorali.

La possibilità di coltivare i terreni durante la fase di esercizio dell'impianto permetterà di conciliare l'utilizzo agricolo con la produzione energetica. Inoltre, la configurazione tecnica e strutturale degli inseguitori solari consente la piena compatibilità anche con le utilizzazioni pastorali. In tal senso **potranno essere mantenute le attività di pascolo ovino** all'interno dal sistema agrivoltaico. Ciò permetterà di conseguire contemporaneamente l'utilizzo agricolo, zootecnico ed energetico.

Nelle superfici attualmente in uso come **colture estensive per la produzione stagionale di cereali e foraggio si prevede la prosecuzione delle attività**. Tale scelta sarebbe la soluzione migliore da adottare in virtù della potenzialità dei suoli, dell'uso storico e delle operazioni meccaniche richieste, compatibili con l'occupazione dei pannelli. La produzione potrà essere commercializzata o utilizzata come foraggiamento per gli ovini. A tale scopo saranno necessarie delle ulteriori valutazioni agrotecniche, da prevedersi prima delle attività agricole per sviluppare un piano di **concimazione naturale** (stallatico ovino, hummus di lombrico, stallatico pellettato) congruo, che possa **apportare degli effetti migliorativi in termini di fertilità del suolo**.

A tal proposito la superficie agricola utilizzabile indirizzata a tale orientamento colturale è pari a circa 52 ha. La scelta delle colture, da avvicendare o ripartire nelle aree preposte ricade tra: orzo, avena, loietto, misto avena vecchia e favino da granella che potrebbero essere alternate durante la fase di esercizio dell'impianto. Indicativamente, le rese unitarie medie considerando il contesto agropedologico per l'orzo corrispondono a 5-6t/ha, per l'avena corrispondono mediamente a 4-5t/ha, per il loietto a 4-8t/ha per il favino da granella 15-25t/ha.

Per quanto riguarda il ciclo produttivo autunno-vernino potranno essere seminati degli erbai direttamente pascolabili dalle greggi.

L'erba del pascolo è un foraggio del tutto particolare, unico nel suo genere perché è un alimento vivo. A differenza dei foraggi conservati e delle granelle che sono costituite da cellule non vitali l'erba è invece costituita da cellule vive e vitali per tutta la stagione vegetativa (di crescita) e ciò fa di questo alimento una eccezionale fonte di nutrienti ad alto valore biologico per il bestiame: zuccheri, aminoacidi, fibre digeribili, minerali e vitamine. L'energia netta che viene estratta dall'erba è superiore rispetto agli altri foraggi. Per queste eccellenti caratteristiche, l'ingestione di erba al pascolo dà luogo a produzioni di latte migliori. Un esempio di foraggi verdi comunemente utilizzati nei pascoli autunno invernali sono quelli ad avena.

Nelle superfici attualmente incolte si prevede la **realizzazione di prati pascolo permanenti** per una superficie complessiva pari a circa 27 ha. In un'ottica di **miglioramento fondiario saranno**

 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	OGGETTO IMPIANTO FOTOVOLTAICO "GUSPINI" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO ICA-FVG-RP6
	TITOLO RELAZIONE AGROPEDOLOGICA	PAGINA 49 di 71

richieste delle azioni di spietramento superficiale al fine di favorire la lavorabilità delle aree interessate. Tali pratiche verranno estese anche nei seminativi/pascoli attualmente in uso per ridurre il livello di pietrosità superficiale relativamente ad una superficie complessiva pari a circa 26 ha. Il materiale inerte potrà essere utilizzato come ricarica per la viabilità interna all'agrivoltaico.

L'ombreggiamento dei pannelli facilita il mantenimento di valori di umidità maggiori, agevolando la crescita delle essenze erbacee, inoltre le attività di pascolo promuoveranno la concimazione naturale favorendo il mantenimento di un buon grado di fertilità dei suoli. Gli animali potranno pascolare liberamente tra i pannelli solari e disporre di strutture utili a proteggerli dalla pioggia, dal vento e soprattutto dall'eccessiva esposizione solare nel periodo estivo.

Per la realizzazione del prato pascolo permanente si prevede un miscuglio di graminacee e leguminose selezionate autorisemanti e compatibili con il contesto agricolo attuale. Tale gestione del suolo permette l'assenza di lavorazioni meccaniche e ha come finalità il miglioramento dei pascoli, della qualità dei suoli e dell'ecosistema agricolo. Il successo di questa pratica dipenderà dal corretto insediamento del cotico erboso e dalla gestione del pascolamento.

Le aree adibite a pascolo verranno circoscritte con chiudenda metallica di altezza pari a 1m posizionata sotto i moduli fotovoltaici.

La semina dovrà essere fatta all'inizio dell'autunno, nel mese di settembre in anticipo rispetto alla prime piogge stagionali. La disponibilità di acqua nel letto di semina favorirà la germinazione dei semi e una rapida crescita delle radici. Nelle fasi preparatorie è richiesta una lavorazione minima del terreno con un'aratura leggera (10-20cm) seguita da una fresatura. Si prevede una concimazione di fondo con stallatico ovino adeguata ai valori chimici del terreno. La quantità raccomandata di semenza è di 10-20 kg/ha ma potrà essere potenziata in base alle esigenze. La profondità di semina dovrà essere di 1,0-2,0 cm, al termine delle operazioni è necessaria la rullatura superficiale.

Il miscuglio della semenza sarà così costituito: *Lolium perenne* (loietto perenne), *Avena fatua* (avena selvatica), *Trifolium repens* (trifoglio bianco), *Trifolium pratense* (trifoglio violetto), *Trifolium incarnatum* (trifoglio incarnato), *Trifolium subterraneum* (trifoglio sotterra-neo), *Festuca arundinacea* (festuca falascona), *Lotus corniculatus* (ginestrino) *Poa pratensis* (erba fienarola). Questo miscuglio di erbe consente di ottenere e garantire un foraggio misto di qualità per il pascolamento ed alto potenziale mellifero.

L'obiettivo principale della gestione nell'anno d'insediamento è di garantire una grande produzione di semi delle specie seminate che dovranno accumularsi nel suolo a costituire una ricca banca di seme. Questa garantirà una lunga persistenza del pascolo e la sua eccellente produttività negli anni successivi. Il pascolo viene gestito mediante turnazione per garantirne il ricaccio continuo. Questo sistema detto a rotazione prevede la suddivisione in lotti. Si riducono così anche i danni da calpestio e si facilita una ricrescita più regolare del pascolo. In tal senso si prevedono all'interno dell'agrivoltaico 5 aree adibite a prato pascolo.

 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	OGGETTO IMPIANTO FOTOVOLTAICO "GUSPINI" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO ICA-FVG-RP6
	TITOLO RELAZIONE AGROPEDOLOGICA	PAGINA 50 di 71

Per quanto riguarda il **materiale inerte di cava** che verrà utilizzato per la realizzazione delle piste di esercizio **per esso si prevede l'integrale rimozione nelle fasi di dismissione.**

4.4.4 Soluzione per gli insetti pronubi

Una soluzione in grado di ridurre il potenziale impatto del fotovoltaico sulle specie della fauna polarotattica sembra essere insita nella finitura della superficie dei **moduli fotovoltaici**. Alcuni ricercatori (Fritz et al., 2020) hanno dimostrato che grazie ad una finitura **superficiale di tipo microtexturizzata** (varie tipologie) i moduli FV diventavano quasi inattrattivi per due specie d'insetti polarotattici, suggerendo un possibile sviluppo per i moduli FV basato sulla finitura delle superfici volta all'incremento dell'efficienza di conversione e alla riduzione dell'interferenza con le specie animali polarotattiche. Le soluzioni individuate sono in grado di ridurre l'interferenza con effetti positivi anche sulle api e altri insetti pronubi. Le teorie degli effetti dei pannelli sugli insetti, ed in particolare sulle api, sono state verificate in fattorie solari sperimentali che utilizzano l'agro-fotovoltaico in abbinamento con l'apicoltura. Infatti, ci sono esperienze agricoltura-fotovoltaico-apicoltura in Europa e negli U.S.A. (Jacob and Davis, 2019) che testimoniano un buon livello d'integrazione dei sistemi produttivi circa le relazioni tra api e pannelli fotovoltaici. In via indiretta, possibili benefici per le api e gli altri pronubi possono derivare da uno specifico assetto delle aree investite ad agrivoltaico in relazione ad alcuni aspetti: **creazione di microhabitat idonei per le fioriture anche nei periodi tipicamente poveri di risorse trofiche per le api** (piena-tarda estate nell'area mediterranea) grazie al parziale ombreggiamento delle strutture FV; **semine e piantumazioni ad hoc da includere nel planning degli impianti agro-fotovoltaici** con relativa verifica delle condizioni "migliorative". In questa prospettiva, ai fini della scelta definitiva del modello di pannelli FV da adottare, prima del conseguimento dell'Autorizzazione Unica, saranno introdotti criteri di valutazione delle alternative orientate all'adozione di tecnologie a minore impatto sugli insetti pronubi, ove disponibili sul mercato a costi competitivi.

In un'ottica di miglioramento territoriale si intende sviluppare un modello sinergico che possa generare un buon livello di integrazione tra sistemi produttivi e le attività degli insetti pronubi. In tal senso **l'inserimento delle api nelle superfici dell'impianto agrivoltaico** porterebbe ad una serie di vantaggi sotto l'aspetto agricolo e ambientale. Le api possono fornire un adeguato servizio di impollinazione in favore della biodiversità floristica locale. La gestione per inerbimento controllato sotto forma di prati pascoli perenni rappresenta un aspetto migliorativo dell'agroecosistema poiché aumenta creano dei microhabitat idonei per le fioriture ad alto potenziale mellifero. Inoltre, grazie all'ombreggiamento delle strutture FV le fioriture potranno prolungarsi per un tempo maggiore nei periodi tipicamente poveri. Nella disposizione delle arnie è preferibile un orientamento a sud/est, posizionando gli alveari in aree ben riparate, facilmente accessibili per agevolare le operazioni apistiche, in terreni cui strutture possano trovare una solida base senza affondare. In tal senso le aree ritenute idonee vengono individuate lungo i confini dell'eucalitteto, nella sezione nord ovest del campo agrivoltaico. Le fasce vegetate previste in progetto agiranno da frangivento naturali e le arnie potranno essere posizionate sotto le piante.

 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	OGGETTO IMPIANTO FOTOVOLTAICO "GUSPINI" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO ICA-FVG-RP6
	TITOLO RELAZIONE AGROPEDOLOGICA	PAGINA 51 di 71

Si prevedono in totale 42 arnie circa una ogni due ettari cui numero è stato pianificato in funzione del contesto vegetale naturale attuale e dei miglioramenti agronomici previsti tali da garantire una superficie adeguata al sostentamento delle famiglie apicole. Nella conduzione dell'attività si può prevedere l'utilizzo delle arnie degli apicoltori locali che possono mettere a disposizione le proprie colonie. In alternativa potranno essere acquistate a date in gestione a contoterzisti così come le procedure di smielatura. Le arnie potranno essere dotate di sistemi di monitoraggio (paragrafo 5.2.8) con acquisizione di dati da remoto utili per ottimizzare le operazioni e aumentare produttività ed efficienza.

In Figura 37 si riporta la carta degli indirizzi produttivi del campo agrivoltaico.

Nelle tabelle seguenti sono riportati i computi metrici estimativi relativi alle opere di miglioramento dell'agrosistema.

 www.iatprogetti.it	OGGETTO IMPIANTO FOTOVOLTAICO "GUSPINI" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO ICA-FVG-RP6
	TITOLO RELAZIONE AGROPEDOLOGICA	PAGINA 52 di 71



Figura 37 - Planimetria delle misure compensative ad indirizzo produttivo proposte

Tabella 3 Computo metrico estimativo relativo alla realizzazione dell'impianto apiario. Si prevede poco più di un'arnia per ettaro (13ha). Il computo esclude il costo delle attrezzature apistiche, la gestione delle attività potrà essere affidata a contoterzisti.

Codice	Descrizione	Unità di misura	Prezzo unitario	Quantità	Prezzo totale
ZA	APICOLTURA				
ZA.003	Arnica in legno (tipo 1DB. o L.C. o D.B.) per nomadismo a fondo mobile antivarroa				
ZA.003.001	b- per n 10 telaini	cad.	€79,00	40	€3.160,00
ZA.1	FAMIGLIA DI API				
ZA.100	Famiglia composta da 10 telaini, costituita da popolazione diversificata, proveniente da allevamenti razionali e con certificato sanitario rilasciato dalla competente autorità sanitaria	cad.	€120,00	40	€4.800,00
Totale importo lavori					€ 7.960,00

 www.iatprogetti.it	OGGETTO IMPIANTO FOTOVOLTAICO "GUSPINI" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO ICA-FVG-RP6
	TITOLO RELAZIONE AGROPEDOLOGICA	PAGINA 53 di 71

Tabella 4 Computo metrico estimativo relativo alla realizzazione dei prati pascolo perenni e di miglioramento fondiario dei seminativi

Codice	Descrizione	Unità di misura	Prezzo unitario	Quantità	Prezzo totale
U	MIGLIORAMENTO PASCOLO MONTANI E PRATI NATURALI				
U.003	Spietramento con mezzi meccanici (macchine spietatrici) idonei e accatastamento del pietrame, in cumuli misurabili, nelle tare, o comunque, fuori dai campi. È consigliato l'uso di lame frontali:				
U.003.002	b- per pietrosità fino a 150 mc/ha ed oltre con macchina spietatrici a noleggio	m ³	€8,30	3900	€32.370
U.003.002	c- per pietrosità fino a 200 mc/ha ed oltre con macchina spietatrici a noleggio	m ³	€8,20	5400	€44.280
U.005	Lavorazione superficiale del terreno alla profondità di cm 10-15 eseguita con trattore gommata con accoppiato coltivatore a 11-13 denti rigidi o a molle:				
U.005.001	b- in terreni con presenza di pietrame	ha	€182	27	€4.914,00
U.008.003	c- esecuzione di Analisi chimico-fisica del terreno, compreso prelevamento di campione in campo	ha	€201,90	8	€1.615,2
U.009	Semina e concimazione eseguita con trattore di adeguata potenza e seminatrice o spandiconcime:				
U.009.001	a- per trasporto, miscelazione e distribuzione	ha	€137,90	27	€3.723,3
U.009.002	b- per acquisto di seme e concimi, misura massima accessibile (la scelta del seme deve essere indirizzata verso specie di origine locale o quanto meno, di ambienti similari sotto l'aspetto pedologico e climatico)	ha	€461,20	27	€12.452,40
U.011	Costipazione post-semine, eseguito con erpice a rulli lisci o dentati, rigido o snodato accoppiato a trattore gommata	ha	€96,10	27	€2.594,7
V	RECINZIONI				
V.001	Chiudenda con rete metallica zincata e/o agropastorale, in rotoli a maglie dell'altezza di mt 1,00 su pali in ferro tondo del diametro minimo mm 18 infissi al suolo, contropalo e controventi ove necessario, posti alla distanza di mt 4.00 e dell'altezza minima fuori terra 1,20/1,30, data in opera con sovrastante filo di ferro spinato o liscio compreso ogni onere:				
V.001._B.001	a) – in terreni pianeggianti o con minime pendenze	m	€9,80	2000	€ 19.600,00
Totale importo lavori					€ 121.549,6

FONTI:

Regione autonoma della Sardegna, Assessorato dell'Agricoltura e riforma agro-pastorale. Prezziario regionale dell'Agricoltura, aggiornamento 2016.

 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	OGGETTO IMPIANTO FOTOVOLTAICO "GUSPINI" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO ICA-FVG-RP6
	TITOLO RELAZIONE AGROPEDOLOGICA	PAGINA 54 di 71

5 MONITORAGGI

5.1 Monitoraggio pedologico

L'attività di monitoraggio pedologico acquisisce un ruolo importante durante la fase di esercizio dell'impianto poiché permette di valutare eventuali modifiche dei caratteri dei suoli nel tempo. La previsione di un piano di monitoraggio, dunque, è finalizzata alla raccolta di informazioni del suolo attraverso il controllo di pochi ma rappresentativi parametri. I dati dovrebbero essere acquisiti in alcune parcelle campione con il fine di comprendere se e quali tipologie di effetti potrebbero manifestarsi ed eventualmente pianificare, alla fine dell'esercizio, dell'azioni per il recupero. Per questo motivo dovranno seguire delle valutazioni del sito al termine delle operazioni di dismissione necessarie per ridefinire le condizioni di fertilità e di capacità d'uso.

In merito agli studi pedologici finalizzati alla realizzazione di impianti fotovoltaici, il numero di parcelle campione andrà determinato in funzione dell'estensione dell'impianto e delle differenti tipologie di suolo presenti.

Per ciascuna parcella deve essere previsto il prelievo di almeno due campioni (preferibilmente attigui ad eventuali punti già campionati nella fase ante operam), uno superficiale (topsoil) e uno sotto superficiale (sub-soil), indicativamente alle due profondità di 0-30 e 30-60 cm. I parametri indicatori più significativi da analizzare sono rappresentati da:

Parametri stazionali: Indice di qualità biologica QBS-ar:

L'indice si basa sull'assunto che i gruppi di microartropodi particolarmente adattati alla vita edafica sono presenti tanto più l'ecosistema del suolo è integro. Le attività antropiche riducono l'abbondanza e la diversità degli organismi edafici che svolgono un ruolo fondamentale nella decomposizione della materia organica. Su questa base il professor Vittorio Parisi, Ecologo del suolo dell'Università di Parma, ideò nel 2001 un indicatore in grado di esprimere la qualità biologica dei suoli sulla base del valore di biodiversità della micropedofauna presente. Questi organismi vivono nei primi centimetri di profondità, dove concentrano maggiormente la loro attività.

Il protocollo prevede il prelievo per ogni punto campionato di 3 zolle di terreno, con dimensioni di 10cm x10cm x 10cm, distanziate circa dieci metri l'una dall'altra. Le zolle vengono poi sottoposte ad una fonte graduale di calore che permette la migrazione dei microartropodi verso il basso. Quando le condizioni di umidità vengono a mancare gli insetti escono dalla zolla cadendo in una trappola. In seguito, vengono riconosciuti e valutati per la determinazione dell'indice. Ogni taxon avrà un punteggio differente. In base al punteggio ottenuto verrà stabilito il valore del QBS-ar. I punteggi che si ottengono nei diversi ambienti sono direttamente relazionati all'uso del suolo e vengono influenzati dalle operazioni di disturbo.

In linea generale la vulnerabilità di un sito è direttamente proporzionata al valore dell'indice, più alto sarà maggiore sarà la vulnerabilità in caso di disturbo.

 www.iatprogetti.it	OGGETTO IMPIANTO FOTOVOLTAICO "GUSPINI" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO ICA-FVG-RP6
	TITOLO RELAZIONE AGROPEDOLOGICA	PAGINA 55 di 71



Figura 38 A sinistra fasi di prelievo di una zolla di terra per l'analisi del QBS-ar, a destra fase di essiccazione delle zolle e cattura dei microartropodi.

Parametri fisico-chimici: Stabilità di struttura, densità apparente, porosità, Carbonio organico e sostanza organica, microelementi e macroelementi sono alcuni dei parametri che possono essere rilevati. Attraverso gli stessi si potrà riscontrare se le funzioni del suolo sono state in qualche modo alterate. La raccolta dei dati richiede un'analisi e uno studio approfondito in laboratorio.

I campionamenti dovranno essere effettuati in parcelle che permettano il confronto tra i suoli interessati nell'impianto e quelli non disturbati. Gli intervalli temporali dovranno essere prestabiliti in anticipo, prevedendo un controllo a partire dalla fase di avvio dell'attività di produzione energetica sino alla fase di dismissione dell'impianto.

5.1.1 Piano di monitoraggio

Il Piano di monitoraggio dovrà essere articolato in tre fasi. I campionamenti verranno svolti nei punti in cui sono stati effettuati i rilevamenti ispettivi in modo da ottenere delle informazioni coerenti e che siano il più rappresentative possibile considerando l'eterogeneità fisiografica dei suoli. Ci si riserva di valutare in seguito la possibilità di spostare i punti di campionamento qualora fosse necessario.

5.1.2 Fase ante operam

Nella prima fase, *ante operam*, dovranno essere raccolte tutte quelle informazioni necessarie alla caratterizzazione dei suoli fondamentali per la determinazione delle proprietà intrinseche dei terreni, finalizzate a stabilire le condizioni di partenza al tempo zero, nonché per pianificare le attività colturali all'interno del campo solare. I parametri stazionali sono stati già raccolti durante i sopralluoghi ispettivi. Il set di parametri fisico chimici ideali per raggiungere tale obiettivo sono: tessitura, stabilità di struttura, densità apparente, porosità, pH in H₂O, calcare totale e calcare attivo, Carbonio organico e sostanza organica, Azoto totale, basi di scambio (Ca, Mg, K, Na),

 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	OGGETTO IMPIANTO FOTOVOLTAICO "GUSPINI" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO ICA-FVG-RP6
	TITOLO RELAZIONE AGROPEDOLOGICA	PAGINA 56 di 71

Capacità di Scambio Cationico (C.S.C.), microelementi (Fe, Mn, Cu, Zn), Potassio totale e assimilabile, Fosforo totale e assimilabile, contenuto idrico al punto di appassimento e alla capacità di campo (da cui dedurre il contenuto di acqua disponibile o AWC), conducibilità elettrica dell'estratto di saturazione (ECe) e indice di qualità biologica QBS-ar. I monitoraggi preliminari dovranno essere svolti una sola volta nella stagione autunnale o in quella primaverile, comunque sia prima dell'avviamento della fase di cantiere.

5.1.3 Fase in operam

Saranno oggetto di monitoraggio nella fase di esercizio, *in operam*, solo quelle caratteristiche e proprietà che si ritenga possano essere maggiormente influenzate dalla presenza del campo fotovoltaico. Nello specifico si ritiene che la sostanza organica possa essere un parametro che dovrà essere monitorato in questa fase. Oltre a questo, la densità apparente, la resistenza alla penetrazione e la temperatura del suolo sono dei parametri che insieme all'indice di QBS-ar dovranno essere monitorati durante la fase in itinere. I monitoraggi verranno svolti nel periodo autunnale a cadenza biennale.

5.1.4 Fase post operam

Infine, una valutazione del sito al termine delle operazioni di dismissione, *post operam*, deve necessariamente ridefinire le condizioni di fertilità e di capacità d'uso dei suoli attraverso un rilevamento pedologico analogo a quello condotto preliminarmente all'installazione dell'impianto. Dovranno pertanto essere ripetute le descrizioni dei profili pedologici, i campionamenti e le determinazioni di laboratorio sugli stessi parametri analizzati per la valutazione ex ante. A seguito di tali operazioni sarà possibile definire le azioni strategiche necessarie per un eventuale recupero della risorsa suolo a cui potrà seguire un ulteriore monitoraggio per verificare che tali interventi siano risultati efficaci.

5.2 Monitoraggio degli indirizzi produttivi e Agricoltura 4.0

5.2.1 Introduzione

Nella moderna azienda agricola tenere sotto controllo le colture sta diventando una prassi consolidata perciò l'attività di monitoraggio assume un ruolo sempre più importante nella pratica agronomica. Attraverso l'evoluzione tecnologica è oggi possibile utilizzare processi che consentono la raccolta automatica, l'integrazione e l'analisi di dati precisa e puntuale provenienti dal campo, da sensori o da altra fonte terza.

Di fatto quella che ad oggi viene definita Agricoltura 4.0 rappresenta l'insieme di strumenti e strategie che permettono all'azienda agricola di impiegare in maniera sinergica e interconnessa tecnologie avanzate con lo scopo di rendere più efficiente e sostenibile la produzione.

I vantaggi che si possono avere adottando queste soluzioni in campo agricolo sono molteplici:

 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	OGGETTO IMPIANTO FOTOVOLTAICO "GUSPINI" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO ICA-FVG-RP6
	TITOLO RELAZIONE AGROPEDOLOGICA	PAGINA 57 di 71

- Evitare gli sprechi calcolando in maniera precisa il fabbisogno idrico di una determinata coltura
- Ottimizzazione dei fertilizzanti che vengono utilizzati in maniera puntuale nelle aree a maggior necessità.
- Avere un maggior controllo sui costi di produzione e riuscire a pianificare con molta precisione tutte le fasi colturali monitorando lo stadio fenologico delle piante, con notevole risparmio di tempo e denaro.
- Prevedere l'insorgenza di malattie o individuare in anticipo i parassiti che potrebbero attaccare le coltivazioni.

Nei pascoli collinari, non sempre si riesce a quantificare con precisione l'abbondanza della vegetazione: i risultati sono spesso negativi per l'immissione di troppi capi adulti rispetto al quantitativo di unità foraggiere disponibili. A fronte di questo tipo di errore è oggi possibile monitorare l'andamento dello sviluppo vegetazionale e avere un'immagine ben precisa da poter utilizzare per pianificare con ratio i giorni di pascolamento delle mandrie.

5.2.2 *Indici vegetazionali cosa sono, come vengono acquisiti e interpretati*

Gli indici di vegetazione sono quei parametri nell'agricoltura 4.0 che raccolti ed elaborati permettono il monitoraggio delle colture. Il principio di base degli indici parte dal presupposto che la vegetazione assorbendo la radiazione solare in diverse bande ne riemette una percentuale differente in ciascuna di esse. Perciò questi valori sono una combinazione della percentuale di radiazione riflessa in diverse bande specifiche da cui è possibile trarre numerose informazioni riguardo lo stato di salute delle piante. Questi indici vengono calcolati a partire dai dati acquisiti da satellite o drone. L'informazione viene restituita sotto forma di immagine Raster. L'immagine si ottiene attraverso un processo definito "normalizzazione" in cui si identifica il valore minimo e il valore massimo dell'indice rilevato nel campo assegnando il colore rosso al primo e verde al secondo. La variazione nella gradazione del colore genera uno strato informativo che potrà essere così interpretato. Pertanto, le zone del campo visibili in rosso saranno quelle in cui la pianta si trova maggiormente in stress, viceversa per le zone del campo verdi.

Esistono svariati tipi di indici che descrivono diversi aspetti della vegetazione:

- Indici di vigoria, sono influenzati dallo sviluppo delle piante in termini di biomassa. L'indice più comune è l'NDVI, ma ne esistono tanti altri di questo tipo, e permettono di riconoscere le zone del campo che presentano problemi di sviluppo.
- I valori dell'indice NDVI variano tra -1 e 1, quelli compresi tra -1 e 0 sono tipici di aree non coltivate come suolo nudo, corsi d'acqua e roccia affiorante. Mentre i valori compresi tra 0 e 1 indicano il livello medio di vigoria raggiunto dalla pianta che varierà in funzione dello stadio fenologico.
- Indici di stress idrico (NDMI) influenzati dallo stress idrico della pianta o dal contenuto d'acqua nel suolo. L'indice descrive il livello di stress idrico della coltura, e dalla sua interpretazione è possibile riconoscere immediatamente le zone dell'azienda o del campo che presentano problemi di stress idrico.

 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	OGGETTO IMPIANTO FOTOVOLTAICO "GUSPINI" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO ICA-FVG-RP6
	TITOLO RELAZIONE AGROPEDOLOGICA	PAGINA 58 di 71

I valori dell'indice così come per l'NDVI vanno da -1 a 1. I valori compresi tra -1 e -0.8 danno informazioni legate alla presenza di suolo nudo. Mentre i valori compresi tra -0.8 e 1 danno informazioni di stress progressivamente inferiori. Anche l'NDMI medio varierà in funzione dello stadio fenologico della coltura.

- Indici di clorosi (OSAVI) influenzati dalla presenza di clorofilla. La clorosi è una disfunzione che colpisce gli organi verdi delle piante causando una mancata o insufficiente formazione di clorofilla o di una sua degradazione. Gli effetti sono evidenti soprattutto sulle foglie che subiscono l'ingiallimento, si presentano di dimensione ridotta e spesso sono soggette a caduta anticipata. La causa può essere riconducibile ad una malattia di natura infettiva oppure non infettiva (fisiopatia), come una carenza nutrizionale (ferro) o un eccesso di ristagno idrico.

L'interpretazione dei valori permette di verificare in tempo reale il corretto sviluppo della coltura. Spesso la lettura avviene in più fasi sfruttando la correlazione degli indici per ottenere maggiori informazioni e una diagnosi di eventuali problemi in corso.

Una prima analisi consiste nell'identificazione di aree con stress vegetativo mediante gli indici di vigoria.

Se sono state rilevate aree con stress vegetativo verrà analizzato l'indice di clorosi per le aree in questione. Se l'indice ha un valore basso (assenza di clorosi) la bassa vigoria sarà un problema di sviluppo causato da: scarsa emergenza, compattazione del suolo, ritardo nella crescita.

Al contrario se ad un basso indice di vigoria corrispondesse un alto indice di clorosi potrebbe essere in corso un grave problema alla coltura causato da: malattie, insetti, ristagno idrico, carenze nutrizionali.

Infine, si confronta l'indice di vigoria con quello di stress idrico. Se l'indice di stress idrico è alto e quello di vigoria lo è altrettanto lo stress recente non ha influito sullo sviluppo della pianta; al contrario se la vigoria è bassa, si hanno piante poco sviluppate con stress idrico.

In ogni caso quando la vigoria delle piante è bassa, qualunque sia la causa, gli indici di stress idrico non raggiungeranno mai valori molto elevati.

5.2.3 Strumenti di acquisizione: Droni e satelliti

Gli strumenti che vengono utilizzati nell'agricoltura di precisione 4.0 sono fondamentalmente droni e satelliti. I dati ottenuti da droni e satelliti sono molto variabili tra loro e si caratterizzano in particolare per la diversa frequenza della disponibilità del dato nel tempo e per la diversa risoluzione spaziale (la dimensione del pixel a terra). Ad esempio, un dato con una risoluzione spaziale di 10m significa che ciascun pixel rappresenta un'area di 10m x 10m a terra. Le differenze non dipendono ovviamente solo dal mezzo di acquisizione, ma anche dal sensore che viene utilizzato.

 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	OGGETTO IMPIANTO FOTOVOLTAICO "GUSPINI" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO ICA-FVG-RP6
	TITOLO RELAZIONE AGROPEDOLOGICA	PAGINA 59 di 71

5.2.4 I droni

I droni volano ad altezze di decine di metri. Le immagini ottenute sono comunemente ad alta risoluzione spaziale (qualche cm): permettono quindi di visualizzare in modo nitido l'interfila delle piante, di identificare la chioma degli alberi o la presenza di un pozzo o di un edificio in un campo.

Il volo da drone viene effettuato su richiesta ma è subordinato alle condizioni meteo e all'orario della giornata. Tali voli hanno di conseguenza una risoluzione temporale irregolare.

I sensori multispettrali più comuni installati sul drone rilevano la riflettanza nelle bande del visibile, del red-edge e del vicino infrarosso. Raramente includono bande nella lunghezza d'onda dello SWIR.

Ciò significa che è possibile calcolare gli indici di vigoria da drone, così come visualizzare una mappa RGB del proprio appezzamento, mentre è raro che si possano calcolare indici multispettrali di clorofilla e di stress idrico. È possibile invece valutare lo stress idrico mediante rilievi con termocamera.

5.2.5 I satelliti

Esistono numerosi satelliti che acquisiscono immagini multispettrali dallo spazio. Tra i più comuni troviamo Sentinel-2, Landsat 8, Planetscope, Sky Sat.

Le immagini ottenute da satellite hanno una risoluzione spaziale di qualche metro: Landsat 8 fornisce dati con risoluzione spaziale di 30m, mentre Sentinel-2 di 10, 20 o 60 m (a seconda della banda), Planetscope di 3m e SkySat di 1m. La risoluzione temporale invece è nella maggior parte dei casi regolare. Ad esempio, Landsat 8 è disponibile ogni 16 giorni, mentre Sentinel-2 ogni 3/5 giorni (a seconda delle zone). Planetscope e Skysat hanno una risoluzione giornaliera.

La risoluzione temporale regolare determina una disponibilità del dato in più fasi della stagione colturale; ma bisogna anche ricordare che nei giorni di transito del satellite, in cui l'area in esame è coperta da nuvole, il dato non è utilizzabile.

Alcuni satelliti hanno la possibilità di acquisire molte bande spettrali. Ad esempio, Sentinel-2 acquisisce 12 bande spettrali che permettono di calcolare non solo gli indici di vigoria ma anche quelli di stress idrico e di clorofilla. In modo simile, anche Landsat 8 consente il calcolo di indici di vigoria e di clorofilla.

5.2.6 La scelta dello strumento

La scelta dello strumento che permetta l'acquisizione del dato risulta fondamentale nello sviluppare un corretto piano di monitoraggio. In funzione della tipologia di coltura la precisione e la frequenza dell'informazione richiesta saranno differenti. Tutto dipende dal rapporto costi benefici che può essere sostenuto.

Dal punto di vista organizzativo, il volo da drone è un servizio su richiesta che può essere fornito in fasi fenologiche specifiche della coltura garantendo un'alta risoluzione spaziale (qualche

 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	OGGETTO IMPIANTO FOTOVOLTAICO "GUSPINI" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO ICA-FVG-RP6
	TITOLO RELAZIONE AGROPEDOLOGICA	PAGINA 60 di 71

centimetro). Per contro, meteo e specifici orari della giornata comportano una risoluzione temporale irregolare lungo la stagione colturale. Inoltre, è raro calcolare indici di clorosi e stress idrico a patto che il drone non sia munito di specifici sensori (termocamera stress idrico).

Il dato satellitare, invece, in stagioni non particolarmente nuvolose, fornisce immagini in modo continuativo e con una maggiore frequenza; anche se non per forza sincrono con le fasi più delicate della coltura. In più il satellite acquisendo molte bande spettrali può calcolare tutti gli indici vegetazionali. Di contro, la risoluzione spaziale è più bassa rispetto al drone (metri).

Tra gli altri fattori da valutare vanno considerati le caratteristiche specifiche delle colture: quelle con interfilare molto stretto, come i cereali, non hanno particolari vantaggi nell'utilizzare indici ad alta risoluzione spaziale, specialmente su campi grandi e regolari.

È invece molto utile verificare l'andamento nel tempo dell'indice. Studi scientifici come (Benincasa et al., 2018) hanno confrontato l'NDVI da drone con quello calcolato da satellite su frumento tenero, ed hanno concluso che i risultati sono sostanzialmente equivalenti.

La necessità di un dato con risoluzione spaziale migliore si ha invece con interfilare ampio, gestione del terreno variabile (ad esempio con sfalci alternati a lavorazioni), campi piccoli. L'azienda può anche valutare l'utilizzo del dato da satellite integrato con uno o più voli da drone.

5.2.7 Piano di monitoraggio

L'attività di monitoraggio delle colture nel progetto in questione seguirà i modelli dell'agricoltura 4.0, interesserà circa 83 ha e verrà avviata durante la fase di esercizio.

Gli obiettivi del monitoraggio saranno diversi a seconda delle attività previste e avranno tra le varie finalità anche la verifica degli effetti associati alla presenza dei pannelli fotovoltaici.

Si rimanda alle schede tecniche prodotte e sviluppate per ogni singolo obiettivo da raggiungere, in accordo con le disposizioni vigenti in materia di Agrivoltaico.

 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	OGGETTO IMPIANTO FOTOVOLTAICO "GUSPINI" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO ICA-FVG-RP6
	TITOLO RELAZIONE AGROPEDOLOGICA	PAGINA 61 di 71

Tabella 5 Scheda monitoraggio delle precipitazioni

CHECK 01a	
Oggetto	Risparmio idrico
Obiettivo	<u>Monitoraggio delle precipitazioni</u>
Fase (AO, CO, PO)	Corso d'opera
Modalità	I dati agrometeorologici verranno acquisiti da un numero definito di stazioni che verranno installate sul campo. Le unità centrali saranno dotate anche di pluviometro cui informazioni permetteranno di sviluppare dei modelli previsionali utili per programmare le attività colturali, creare statistiche ed evidenziare dei trend
Indicatori	Pioggia (mm)
Frequenza (AO, CO, PO)	I dati vengono acquisiti in tempo reale
Azioni correttive	

 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	OGGETTO IMPIANTO FOTOVOLTAICO "GUSPINI" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO ICA-FVG-RP6
	TITOLO RELAZIONE AGROPEDOLOGICA	PAGINA 62 di 71

Tabella 6 Scheda Monitoraggio delle variazioni microclimatiche

CHECK 02a	
Oggetto	Impatto sulle colture
Obiettivo	<u>Monitoraggio delle variazioni microclimatiche</u>
Fase (AO, CO, PO)	Corso d'opera
Modalità	<p>Le informazioni utili per il monitoraggio verranno acquisite sia da satellite ad una risoluzione spaziale di 3-5 metri/pixel che da stazioni meteo e sensoristica annessa.</p> <p>Le informazioni telerilevate consentiranno di sviluppare delle mappe termiche in grado di registrare le variazioni di calore dell'impianto. L'interpretazione del dato consentirà di verificare gli effetti della variazione termica sulle colture e sul suolo.</p> <p>I dati agrometeorologici verranno acquisiti da un numero definito di stazioni meteo e una rete di sensori disposti a terra sotto e fuori pannello. I valori acquisiti da remoto consentiranno di verificare l'effetto dei pannelli fotovoltaici sulle colture attraverso la variazione dei parametri agrometeorologici. In questo modo si potranno sviluppare dei modelli previsionali creare statistiche ed evidenziare dei trend.</p>
Indicatori	Satellite: infrarosso termico (TIR) Sensori: pioggia, intensità del vento, pressione atmosferica, umidità del suolo, temperatura terreno- aria, bagnatura fogliare.
Frequenza (AO, CO, PO)	L'acquisizione temporale del dato satellitare è prevista a cadenza giornaliera. I sensori acquisiscono le informazioni in tempo reale.
Azioni correttive	In caso non sia possibile acquisire il dato satellitare ad una frequenza giornaliera verranno utilizzati dei dati con frequenza temporale di 5 giorni.

 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	OGGETTO IMPIANTO FOTOVOLTAICO "GUSPINI" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO ICA-FVG-RP6
	TITOLO RELAZIONE AGROPEDOLOGICA	PAGINA 63 di 71

Tabella 7 Scheda monitoraggio degli elementi nutritivi del suolo e ottimizzazione della fertilizzazione

CHECK 03a	
Oggetto	Produttività agricola
Obiettivo	<u>Ottimizzazione della fertilizzazione</u>
Fase (AO, CO, PO)	Corso d'opera
Modalità	<p>Le informazioni telerilevate verranno acquisite sia da satellite ad una risoluzione spaziale di 3 metri/pixel.</p> <p>I dati consentiranno di sviluppare delle mappe di prescrizione di concimazione in funzione della vigoria delle piante nelle superfici coltivate. In base a questo processo si potranno definire delle aree omogenee che potranno ricevere una dose di concime personalizzata. Intervenendo in maniera diretta sarà possibile aumentare l'apporto di fertilizzanti nelle aree a bassa vigoria ottimizzando la quantità adoperate e di conseguenza la resa.</p>
Indicatori	Indice vegetazionale NDVI
Frequenza (AO, CO, PO)	L'acquisizione temporale del dato satellitare è prevista ogni 5 giorni
Azioni correttive	

 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	OGGETTO IMPIANTO FOTOVOLTAICO "GUSPINI" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO ICA-FVG-RP6
	TITOLO RELAZIONE AGROPEDOLOGICA	PAGINA 64 di 71

Tabella 8 Schema ratio pascolamento delle greggi

CHECK 03a	
Oggetto	Produttività agricola
Obiettivo	<u>Ratio del pascolo ovino</u>
Fase (AO, CO, PO)	Corso d'opera
Modalità	<p>Le informazioni telerilevate verranno acquisite da satellite ad una risoluzione spaziale di 3 metri/pixel.</p> <p>I dati consentiranno di sviluppare delle mappe basate sulla vigoria delle specie erbacee nelle superfici coltivate e nei prati pascoli previsti. In base a questo processo si potranno definire i quantitativi di unità foraggiere disponibili e pianificare con ratio i giorni di pascolamento degli ovini. Attraverso queste informazioni sarà possibile migliorare la gestione del cotico erboso e del pascolamento</p>
Indicatori	Indice vegetazionale NDVI
Frequenza (AO, CO, PO)	L'acquisizione temporale del dato satellitare è prevista ogni 5 giorni
Azioni correttive	

 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	OGGETTO IMPIANTO FOTOVOLTAICO "GUSPINI" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO ICA-FVG-RP6
	TITOLO RELAZIONE AGROPEDOLOGICA	PAGINA 65 di 71

5.2.8 Monitoraggio degli alveari 4.0 da remoto

L'avanzata dell'Agricoltura 4.0 anche nel settore apistico risponde all'esigenza di ottimizzare la gestione del lavoro in apiario consentendo di migliorare così il benessere e la tutela delle api.

Da questi insetti pronubi dipende circa il 70% delle colture di interesse alimentare e quasi il 90% delle piante selvatiche. I pericoli che corrono le api sono dovuti a cambiamenti climatici, malattie, parassiti, impoverimento degli habitat naturali e distruzione degli ecosistemi.

La tecnologia fornisce un significativo contributo agli apicoltori per far fronte a queste minacce sempre più preoccupanti ideando degli alveari 4.0 che prevedono il monitoraggio di alcuni essenziali parametri.

Installando dei sensori sull'alveare, l'apicoltore ha la possibilità di raccogliere preziosi dati da un semplice dispositivo mobile, connesso da remoto con un'unità centrale, sui principali parametri biologici dell'alveare. Misurare la temperatura, sia interna che esterna, il livello di umidità, il peso e l'intensità sonora dà informazioni importanti sullo stato di salute delle api.

La temperatura interna dell'arnia indica se le api si trovano in stato di riposo o in covata interna consente di capire se la regina è presente nell'alveare e se sta deponendo uova. La deposizione, infatti, si associa a una temperatura costante all'interno dell'alveare, che rimane sempre vicina ai 34-35°C e non segue le oscillazioni della temperatura esterna. Questo è un dato importante, soprattutto per capire le fasi di sviluppo dell'alveare e individuare il momento migliore per intervenire contro la varroa, un pericolosissimo parassita che minaccia costantemente la sopravvivenza dell'alveare.

Il peso dell'arnia è un indicatore importante per conoscere lo stato di salute della colonia o il livello di produzione. Ad esempio, un aumento in peso può significare che la regina sta deponendo le uova e/o che le altre api stanno producendo il miele. Una riduzione potrebbe significare una perdita di produzione o un blocco della covata.

Quindi conoscere questi valori in tempo reale è fondamentale per organizzare e razionalizzare il lavoro dell'apicoltore.

Inoltre, attraverso delle nuove metodiche di ricerca biomolecolare è possibile utilizzare il miele prodotto dalle api come strumento di monitoraggio degli ecosistemi e degli agroecosistemi. L'analisi del DNA consente di definire il grado di biodiversità rilevando la ricchezza entomologica dell'ambiente; tracciare la presenza di insetti dannosi per le piante e misurare la concentrazione degli elementi in traccia per valutare il livello di inquinamento ambientale.

Si rimanda alla scheda tecnica prodotta e sviluppata per raggiungere questo obiettivo.

 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	OGGETTO IMPIANTO FOTOVOLTAICO "GUSPINI" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO ICA-FVG-RP6
	TITOLO RELAZIONE AGROPEDOLOGICA	PAGINA 66 di 71

Tabella 9 Scheda monitoraggi degli alveari

CHECK 03a	
Oggetto	Produttività dell'apicoltura
Obiettivo	<u>Monitoraggio da remoto degli alveari</u>
Fase (AO, CO, PO)	Corso d'opera
Modalità	Per ogni arnia verrà installato uno strumento a doppia slitta antiscivolo costituito da una bilancia e un sensore interno. I dati verranno trasmessi da remoto e saranno consultabili da qualsiasi dispositivo mobile. Le informazioni permetteranno agli apicoltori di gestire meglio il loro lavoro, intervenendo solo quando necessario, aumentando la produttività e l'efficienza.
Indicatori	temperatura interna, peso dell'arnia, livelli di umidità
Frequenza (AO, CO, PO)	Acquisizione del dato ogni 2 ore

 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	OGGETTO IMPIANTO FOTOVOLTAICO "GUSPINI" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO ICA-FVG-RP6
	TITOLO RELAZIONE AGROPEDOLOGICA	PAGINA 67 di 71

6 CONCLUSIONI

Il contesto territoriale entro cui si propone la realizzazione dell'impianto agrivoltaico denominato "Guspini", presenta connotati tipicamente agro-pastorali.

Il paesaggio in cui ricade l'area oggetto di intervento è caratterizzato da una morfologia pianeggiante originata da depositi sedimentari alluvionali. Gli indirizzi produttivi sono associati a colture di tipo estensivo orientati alla produzione cerealicola a foraggi verdi autunno-vernini e stagionati, oltre che all'attività di pascolo ovino. Le coperture vegetali arbustive si dispongono linearmente lungo i margini degli appezzamenti agricoli, come elementi isolati nei campi. Dove le condizioni pedologiche presentano maggiori criticità, si interpongono patch di macchie basse e garighe, ed estese coperture erbacee terofitiche a basso carico pascolativo, creando un contesto eterogeneo sotto l'aspetto vegetale e ambientale. Frequenti sono gli eucalitteti che adornano i poderi agricoli con la funzione di frangivento e produzione di legname.

I rilievi effettuati hanno permesso di valutare le caratteristiche fisiche dei suoli mediante il quale è stato possibile classificarli secondo il modello di Land Capability Classification.

Lo scopo principale della valutazione della capacità d'uso è la pianificazione agricola, sebbene possa trovare applicazione in altri settori. In questo studio il modello è stato particolarmente utile oltre che alla pianificazione agricola anche per stabilire il potenziale impatto a carico della risorsa suolo derivato dall'installazione degli inseguitori solari.

L'analisi svolta conferma la suscettività di questi suoli all'uso agricolo seppur anch'essi presentano moderate e severe limitazioni che riducono la scelta delle possibili colture. In altre aree all'interno del sistema agrivoltaico, tali utilizzi, non sono compatibili allo stato attuale, per via delle evidenti e severe criticità pedologiche, per un'estensione complessiva pari a circa 27 Ha, tale da indirizzare gli usi unicamente alle attività di pascolo, garantendo adeguate pratiche di conservazione.

Dall'analisi emerge che i suoli in queste aree ricadono in classe VI e V di capacità d'uso cui fattore limitante è associato alla pietrosità superficiale da moderata ad elevata con volumi modesti di ciottoli grandi (15-25cm) e pietre (>25cm). Le restanti superfici vengono classificate in IV e in III classe di capacità d'uso per via della moderata pietrosità superficiale a tratti elevata per lo scheletro superficiale da frequente ad abbondante nell'orizzonte superficiale (primi 40 cm) e per le difficoltà di drenaggio.

Considerando le proprietà pedologiche rilevate si ritiene che la realizzazione degli interventi proposti non possa generare nuovi processi degradativi o aggravare in modo apprezzabile quelli esistenti a carico delle risorse pedologiche. È pur vero che per favorire questo risultato, le movimentazioni di terra e l'azione dei mezzi dovrebbero essere limitate il più possibile.

Nelle aree interessate da locali operazioni di sistemazione morfologica le operazioni di scavo saranno condotte in accordo con procedure orientate a scongiurare rischi di compromissione delle proprietà agronomiche dei suoli, in termini di sostanza organica e funzionalità biologica.

 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	OGGETTO IMPIANTO FOTOVOLTAICO "GUSPINI" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO ICA-FVG-RP6
	TITOLO RELAZIONE AGROPEDOLOGICA	PAGINA 68 di 71

Per quanto riguarda la superficie in cui si dovrà sviluppare la stazione elettrica, l'impermeabilizzazione del suolo e il conseguente movimento di terra causerebbe la perdita di buona parte dei servizi ecosistemici, peraltro parzialmente mitigato e compensato attraverso le misure proposte. A tal proposito la prevista attuazione di un sistema di subirrigazione delle acque meteoriche rappresenterebbe un intervento in grado di contenere gli effetti dell'impermeabilizzazione. In aggiunta la possibilità di utilizzare il terreno vegetale (orizzonte A) che verrà asportato durante le fasi di cantiere e recuperato per migliorare la qualità dei suoli (interni al progetto), con scarsa o ridotta potenzialità d'uso, permetteranno di attuare un intervento compensativo. Tali azioni permetterebbero di conseguire le finalità proposte dalla Commissione Europea in merito alle buone pratiche per limitare, mitigare e compensare l'impermeabilizzazione del suolo.

In riferimento alle superfici in cui si dovranno realizzare le power station l'impermeabilizzazione del suolo e il conseguente movimento di terra porterebbe alla perdita di buona parte dei servizi ecosistemici, che comunque risulterebbero non rilevanti rispetto alle superfici complessive (pari a 0,08 ha). In fase di dismissione si prevede il completo ripristino delle aree con la rimozione del materiale estraneo e la ristrutturazione del profilo pedologico.

La copertura dei pannelli fotovoltaici potrebbe apportare diversi vantaggi, come l'attenuazione delle piogge durante le precipitazioni limitando l'erosione laminare (*sheet erosion*) e soprattutto quella da impatto (*splash erosion*), salvaguardando la risorsa suolo. Inoltre, considerando la tipologia di pannelli che verranno posizionati (tracker) è possibile che una minore esposizione omogenea all'irraggiamento solare riduca i livelli di evapotraspirazione generando un livello di umidità maggiore nel suolo, che favorirebbe un incremento della sostanza organica. Per verificare tale fenomeno e monitorare come gli altri parametri del suolo possano variare nel tempo si prevede di avviare le mirate attività di monitoraggio proposte.

Dal punto di vista agricolo la possibilità di coltivare i terreni durante la fase di esercizio dell'impianto permetterà di conseguire contemporaneamente un utilizzo agricolo ed energetico. Le coltivazioni interfilari associate ai possibili interventi di miglioramento colturale, quale spietramento e concimazione stagionale periodica, potrebbero avere effetti positivi sulle caratteristiche intrinseche dei suoli in termini di struttura e fertilità. La predisposizione di prati pascoli perenni rappresenta un aspetto compatibile e migliorativo dell'agroecosistema poiché: permette la non lavorazione delle superfici favorendo in tal modo l'applicazione di azioni conservative della risorsa suolo; aumenta i livelli di biodiversità e le risorse trofiche per gli insetti pronubi; infine, consente di avere un coticco erboso pabulare per gli ovini per buona parte dell'anno.

Le attività di pascolo, infatti, potranno essere mantenute anche nelle aree predisposte per le colture cerealicolo/foraggiere prima o dopo il ciclo colturale. L'inserimento delle api porterebbe ad una serie di vantaggi fornendo un adeguato servizio di impollinazione per le specie floristiche spontanee.

La prevista integrazione di sistemi di monitoraggio secondo i modelli dell'agricoltura 4.0 può

 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	OGGETTO IMPIANTO FOTOVOLTAICO "GUSPINI" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO ICA-FVG-RP6
	TITOLO RELAZIONE AGROPEDOLOGICA	PAGINA 69 di 71

favorire il raggiungimento di importanti obiettivi a partire dall'ottimizzazione delle fertilizzazioni e del raccolto, verificare gli effetti dei moduli fotovoltaici sulle colture erbacee, pianificazione della ratio delle greggi e il monitoraggio da remoto degli alveari.

 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	OGGETTO IMPIANTO FOTOVOLTAICO "GUSPINI" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO ICA-FVG-RP6
	TITOLO RELAZIONE AGROPEDOLOGICA	PAGINA 70 di 71

7 BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA

ARU A., BALDACCINI P., VACCA A., 1991. Carta dei suoli della Sardegna alla scala 1:250:000.

AGRIS, LAORE, UNIVERSITA DEGLI STUDI DI CAGLIARI, UNIVERSITA DEGLI STUDI DI SASSARI, 2014. Carta delle unità delle terre e della capacità d'uso dei suoli - 1° lotto.

AGRIS: MOLLE G., DECANDIA M., 2005. Buone pratiche di pascolamento delle greggi di pecore e capre

AGRISIAN, 2007. Manuale per la fotointerpretazione di immagini satellitari multispettrali e multitemporali

BRADY N.C., WIEL R.R., 2002. The nature and properties of soils.

BURROUGH P.A., 1983 Multiscale sources of spatial variability in soil.

CARMIGNANI L., OGGIANO G., FUNEDDA A., CONTI P. PASCI S., BARCA S., 2008. Carta geologica della Sardegna in scala 1:250.000. Litogr. Art. Cartog. S.r.l., Firenze.

COMMISSIONE EUROPEA, 2012. Orientamenti in materia di buone pratiche per limitare, mitigare e compensare l'impermeabilizzazione del suolo.

COSTANTINI, E.A.C., 2006. La classificazione della capacità d'uso delle terre (Land Capability Classification).

COUTO E.G. STEIN A., KLAMT E., 1997. Large area spatial variability of soil chemical properties in central Brazil.

DOKUCHAEV, 1885 Russian Chernozems.

JENNY H., 1941. Factors of Soil Formation.

ISPRA: CAMARDA I., CARTA L., LAURETI L., ANGELINI P., BRUNU A., BRUNDU G., 2011. Carta della Natura della Regione Sardegna: Carta degli habitat alla scala 1:50.000.

ISPRA SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA. BARCA S., MELIS E. CALZIA. P. et al "Note illustrative della carta geologica d'Italia alla scala 1:50.000 foglio 547 Villacidro".

MELIS A.M.R., DETTORI D., PORQUEDDU C. et al, 2006. Semina di pascoli permanenti a base di leguminose

PHILLIPS J.D., 2000 Divergent evolution and the spatial structure of soil landscape variability

RASIO R. VIANELLO G., 1990. Cartografia pedologica nella pianificazione e gestione del territorio

RIBANI A., UTZERI J. U. TAURISANO V., GALLUPPI R. FONTANESI L., 2021. Analysis of honey environmental DNA indicates that the honey bee (*Apis mellifera* L.) trypanosome parasite *Lotmaria passim* is widespread in the apiaries of the North of Italy.

SALDANA A., STEIN A., ZINCK J.A., 1998. Spatial variability of soil properties at different scales

 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	OGGETTO IMPIANTO FOTOVOLTAICO "GUSPINI" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO ICA-FVG-RP6
	TITOLO RELAZIONE AGROPEDOLOGICA	PAGINA 71 di 71

within three terraces of the Henares River (Spain)

SIERRA J., 1996. N mineralization and its error of estimation under field conditions related to the light fraction of soil organic matter

WARRICK A.W, NIELSEN D.R. 1980. Spatial variability of soil physical properties in the field

YOU DEN W.J., MEHLICH A., 1937. Selection of efficient methods for soil sampling

SOIL SURVEY DIVISION STAFF, 1993 Soil Survey Manual. USDA-NRCS. U.S. Gov. Print Office Washington D.C.

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DELLA TUSCIA, CONFAGRICOLTURA, ENEL GREEN POWER, CONSIGLIO E L'ANALISI DELL'ECONOMIA AGRARIA, SOLARFIELDS, CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE, EF SOLARE ITA-LIA, LE GREENHOUSE, S.E.A TUSCIA S.R.L, CONSIGLIO NAZIONALE DEI DOTTORI AGRONOMI E DOTTORI FORE-STALI, FEDERAZIONE DOTTORI AGRONOMI E FORESTALI DEL LAZIO, 2021. Linee guida per l'applicazione dell'agro-fotovoltaico in Italia.

<https://www.agricolus.com/>

<https://www.3bee.com/>