



Regione Sicilia

Libero consorzio comunale di Trapani

Comune di Erice

**Impianto agrivoltaico
"ERICE"
di potenza installata pari a 940 kWp
da realizzarsi nel
Comune di Erice**

PROGETTO DEFINITIVO

00	23/06/2026	Prima Stesura	GREEN FUTURE	Dott. G. Filiberto	
REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

PROGETTISTA

GREEN FUTURE Srl

Sede Legale: Via U. Maddalena, 92

Sede operativa: Corso Calatafimi, 421

90100 - Palermo, Italia

info@greenfuture.it

Dott. Giuseppe Filiberto

Ing. Alessio Furlotti

Arch. Pianif. Giovanna Filiberto

Ing. Ilaria Vinci

Ing. Fabiana Marchese

Ing. Daniela Chifari

Dott. Geol. Ulisse Furlotti

Green Future s.r.l. unipersonale
L'Amministratore
Giuseppe Filiberto

CLIENTE

ERICE S.r.l.

Sede legale Milano (MI) Largo Card. I.
Schuster, 1 CAP 20122

P.IVA 14408150960

TITOLO ELABORATO

PIANO PRELIMINARE DI UTILIZZO DELLE TERRE E ROCCE DA SCAVO

CODICE ELABORATO

ERICE_EL42_REV00

SCALA

-

DATA

Giugno 2026

TIPOLOGIA-ANNO

AGV26

COD. PROGETTO

ERICE

N. ELABORATO

EL42

REVISIONE

00



Sommario

1	PREMESSA	4
2	RIFERIMENTI LEGISLATIVI	5
3	INQUADRAMENTO TERRITORIALE.....	5
4	CARATTERISTICHE DEL SITO	7
5	PROCEDURE DI CAMPIONAMENTO	9
6	PREPARAZIONE DELLA ZONDA D'IMPIANTO DELL'OPERA	13
7	RIPROFILAMENTO MORFOLOGICO DELL'AREA DI IMPIANTO	14
8	OPERE DI SCAVO	16
9	MODALITA' DI GESTIONE DEI MATERIALI DI RISULTA	17
9.1	Esclusione dal regime dei rifiuti	17
9.2	Gestione rifiuti	18
9.3	Stoccaggio per la caratterizzazione	18
10	RIUTILIZZO TERRE E ROCCE DA SCAVO IN CANTIERE	19
10.1	Indicazioni per il prelievo	20
10.1.1	Asportazione del suolo	20
10.1.2	Stoccaggio provvisorio (deposito intermedio)	20
10.1.3	Ripristino e “suolo obiettivo”	21
10.2	Interventi di ripristino della fertilità del suolo	24
10.3	Interventi sugli aspetti fisici del substrato.....	25
10.3.1	Interventi sulla tessitura.....	25
10.3.2	Interventi per potenziare la fertilità	30
11	CONCLUSIONI	32



Indice delle figure

Figura 1 - Individuazione dell'area di intervento su foto satellitare - vista 3D	6
Figura 2 - Planimetria con punti di campionamento.....	12
Figura 3 - Planimetria e indicazioni delle sezioni	14
Figura 4 - Sezione AA'.....	15
Figura 5 - Sezione BB'.....	15
Figura 6 - Esempio di infrastruttura ecologica mista	19

Indice delle tabelle

Tabella 1 - Dati catastali area di impianto e opere di rete.....	6
Tabella 2 - Coordinate punti di campionamento	11
Tabella 3 - Tabella riepilogativa sui volumi derivanti dagli scavi e dal loro riutilizzo.....	16
Tabella 4 - Contenuto in carbonio organico e della sostanza organica, in funzione della granulometria espressa in g/kg (Violante, 2000).....	27



1 PREMESSA

In linea con gli indirizzi di politica energetica nazionale ed internazionale relativi alla promozione dell'utilizzo delle fonti rinnovabili e alla riduzione delle emissioni di gas climalteranti, la **ERICE S.r.l.** con sede in Largo Card. I. Schuster, 1 cap. 20122 nel Comune di Milano (MI), codice fiscale e Partita IVA 14408150960, propone di avviare un progetto per la realizzazione di un nuovo **impianto agrivoltaico** denominato “**ERICE**” nel Comune di Erice in Via Baglio Canta.

L'area catastale su cui insisterà l'impianto è di circa **2,35 ha**.

L'impianto, con **potenza nominale** pari a **938,70 kWp**, sarà allacciato (come previsto dalla TICA, Codice rintracciabilità: **504447547**) alla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN), per una potenza in immissione richiesta di **900 Kw**, tramite realizzazione di una nuova cabina di consegna collegata **in entra/esci in linea MT interrata**.

L'intervento consiste nella realizzazione di uno scavo con posa di n°2 nuovi elettrodotto interrati all'interno dello stesso scavo costituiti da n.ro 2 cavi a elica visibile del tipo 3x1x185 mmq in entra/esci intercettando la linea MT interrata esistente denominata “Napola” situata in Via Baglio Canta, snc sino alla nuova cabina del cliente per una lunghezza complessiva di circa 80m.

Infine si procederà all'installazione di n°1 nuova cabina prefabbricata di consegna del tipo DG2061/7 ed.9 che verrà ubicata nel **Foglio di mappa n°262 particella 13** del comune di Erice (TP).

La presente è redatta ai sensi dell'art.24 del DM 120/2017 “Utilizzo nel sito di produzione delle terre e rocce escluse dalla disciplina rifiuti” (rif. Art. 185 D.Lgs 152/2006), dove al comma 3 si osserva che *“Nel caso in cui la produzione di terre e rocce da scavo avvenga nell'ambito della realizzazione di opere o attività sottoposte a valutazione di impatto ambientale la sussistenza delle condizioni e dei requisiti di cui all'articolo 185 [...] è effettuata in via preliminare, in funzione del livello di progettazione e in fase di stesura dello Studio preliminare Ambientale, attraverso la presentazione di un **Piano preliminare di utilizzo in sito delle terre e rocce da scavo escluse dalla disciplina dei rifiuti**”*

In virtù delle previsioni progettuali, che comportano necessariamente operazioni di scavo e movimento terra con riutilizzo in sito del materiale da scavo per la realizzazione delle opere, è redatto il presente documento in ottemperanza alle previsioni dell'art. 24 comma 3 e secondo i contenuti definiti dall'articolo medesimo.

Scopo di tale documento è pertanto la proposta di un piano di caratterizzazione per la verifica della non contaminazione delle terre e rocce da scavo prodotte nel corso delle lavorazioni e riutilizzate all'interno del cantiere.



L'attuazione del Piano (con le eventuali prescrizioni derivante dall'iter autorizzativo) sarà effettuata dalla proponente in fase esecutiva o comunque prima dell'inizio dei lavori, ai sensi del comma 4 dell'articolo medesimo.

La produzione di terre e rocce da scavo avverrà a seguito dei lavori di scavo (per i cavidotti) e del livellamento di alcune porzioni del terreno necessari alla realizzazione dell'impianto. **Il quantitativo di materiale derivante dagli scavi è quantificabile in 4378 m³ circa.**

2 RIFERIMENTI LEGISLATIVI

- D.P.R. n. 120 del 13 GIUGNO 2017 “Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo, ai sensi dell'articolo 8 del decreto-legge 12 settembre 2014, n. 133, convertito, con modificazioni, dalla legge 11 novembre 2014, n. 164”.
- D.M. Ambiente 10 agosto 2012, n. 161 "Regolamento recante la disciplina dell'utilizzazione delle terre e rocce da scavo".
- Legge n. 98 del 9 agosto 2013 di conversione, con modifiche, del decreto-legge 21 giugno 2013, n. 69, recante "Disposizioni urgenti per il rilancio dell'economia" (c.d. "decreto Fare"), in vigore dal 21 agosto 2013.
- D. Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii. "Norme in materia ambientale";

3 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

L'area interessata dal progetto dell'impianto agrivoltaico “ERICE” si trova nella **Sicilia occidentale**, all'interno del libero consorzio comunale di **Trapani** ad Est del centro abitato del **Comune di Trapani**.

L'inquadramento cartografico di riferimento comprende:

- Carta d'Italia dell'Istituto Geografico Militare in scala 1:25.000:
 - Tavoletta 257, quadrante IV orientamento N.E.;
- Carta Tecnica Regionale in scala 1:10.000:
 - CTR n. 605040: impianto ed elettrodotto.

L'area di impianto e le zone limitrofe sono contraddistinte da un territorio pianeggiante caratterizzato da una pendenza di circa 10% in direzione sud.



Come punto di riferimento per le coordinate geografiche si è scelto un punto baricentrico dell'area di impianto, che risulta individuata con Latitudine 37°59'24.25"N, Longitudine 12°38'40.51"E. Da un punto di vista geomorfologico l'area si presenta ad una quota media di 120 m s.l.m.

Tale area è riportata al Nuovo Catasto Terreni del libero consorzio comunale di Trapani – Comune di Erice - con destinazione urbanistica “Zona Agricola – E1”.

L'impianto “ERICE” interessa le seguenti particelle catastali:

FOGLIO	PARTICELLA	SUPERFICIE CATASTALE (MQ)	SUPERFICIE CATASTALE OCCUPATA DALL'IMPIANTO (MQ)
262	13	22.491	18.609
262	247	1.360	1.360

Tabella 1 - Dati catastali area di impianto e opere di rete



Figura 1 - Individuazione dell'area di intervento su foto satellitare - vista 3D



4 CARATTERISTICHE DEL SITO

Le caratteristiche principali che hanno determinato l'individuazione del sito prescelto per l'ubicazione del progetto sono state principalmente le seguenti:

- Area collinare.
- Assenza di impatto su aria, acqua, terra e paesaggio agricolo circostante.
- L'orientamento geografico e le caratteristiche orografiche del sito sono buoni, costituito da una morfologia del terreno tale da consentire di ottenere le migliori condizioni in termini di irraggiamento solare e funzionalità;
- Le aree non sono contraddistinte da vincoli particolari, di qualsiasi natura, così che l'impianto non pregiudicherà le attività umane e naturali esistenti e in corso di sviluppo sul territorio circostante;
- Il sito in cui sorgerà l'impianto sarà servito da strade di accesso che ne renderanno agevole la costruzione, la gestione e la manutenzione.

Il centro abitato più vicino alle opere in progetto è **Napola, frazione del Comune di Erice** che dista (in linea d'aria) circa 1 km in direzione ovest.

Le principali arterie viarie prossime al sito di impianto sono:

- Strada Statale SS113
- Autostrada A 29 Palermo – Mazara del Vallo, direzione Trapani.

L'area d'impianto ricade nel settore centrale del Bacino Idrografico del Fiume Lenzi-Baiata nonché nel territorio comunale di Erice (TP) - Sicilia nord-occidentale. L'area compresa entro il bacino idrografico presenta una morfologia complessiva caratterizzata da deboli pendenze e forme dolci e arrotondate che, raramente, superano i 300 m s.l.m.

Il territorio compreso nel bacino idrografico del Lenzi-Baiata è contraddistinto dalla presenza di formazioni che, presentando caratteristiche litotecniche ed evoluzione tettonica diverse, hanno determinato la varietà di forme presenti nel paesaggio. Si passa, pertanto, dai caratteri tipici di un'area sub-pianeggiante e basso-collinare, in corrispondenza degli affioramenti argillosi e arenacei, ad una morfologia più aspra e articolata di tipo montano, con versanti ripidi e scoscesi in corrispondenza degli affioramenti calcareo-dolomitici e calcareo-marnosi.

Più in particolare, l'area in studio è caratterizzata da un'ampia fascia costiera sub-pianeggiante che, procedendo verso l'entroterra, lascia il posto a tutta una serie di modesti rilievi collinari a morfologia più o meno arrotondata, interrotti soltanto, nella estrema porzione settentrionale del bacino, dal gruppo montuoso del Monte Erice-S. Giuliano, dove sorge il centro abitato di Erice e, lungo il quale, si trova lo spartiacque settentrionale del bacino. Tale rilievo, costituito da terreni di natura carbonatica, rappresenta l'unico



elemento morfologico-strutturale differenziato, in evidenza rispetto alle circostanti forme dolci e arrotondate. Il sito di progetto si trova nella zona caratterizzata da una serie di modesti rilievi collinari a morfologia più o meno arrotondata e, in particolare, si sviluppa da nord-est verso sud-ovest all'incirca da quota 130 m s.l.m. a quota 100 m s.l.m.; al momento, non vi si rilevano segni di squilibri morfologici in atto e/o potenziali.

Nella nota dell'Assessorato Regionale Territorio e Ambiente relativa all'aggiornamento sul Piano per l'Assetto Idrogeologico del Bacino Idrografico del Fiume Lenzi-Baiata, il sito di progetto non ricade all'interno di zone dissestate o a rischio frana.

La successione stratigrafica dei terreni affioranti nel comparto rilevato, partendo dai termini più antichi e stratigraficamente più bassi, proseguendo verso i termini più recenti e stratigraficamente più elevati, è di seguito descritta:

- BRECCE E CALCARI ARENACEI, BRECCIOLE NUMMULITICHE E CALCARI BIANCHI CON INTERCALAZIONI MARNOSE (EOCENE MEDIO)
- CALCARI MARNOSI TIPO “SCAGLIA” (CRETACEO)
- QUARZARENITI, CALCIRUDITI E CALCARENITI TALORA GLAUCONITICHE (BURDIGALIANO-LANGHIANO)
- COMPLESSO DI ARGILLE MARNOSE E ARENARIE DELL'OLISTOSTROMA (MIOCENE MEDIO-SUPERIORE)
- MISCHIO (MIOCENE MEDIO-SUPERIORE)
- ALLUVIONI ATTUALI E RECENTI

I litotipi affioranti nell'area in studio mostrano permeabilità da molto bassa o nulla (complessi prevalentemente argilloso-marnosi) a medio-elevata per porosità e fratturazione e, in misura minore, per carsismo (complessi alluvionali, complessi lapidei calcarenitici, arenacei o calcareo-dolomitici). I terreni rilevati nel comparto del sito di progetto, hanno caratteristiche idrogeologiche ben distinte ovvero: i depositi alluvionali costituiscono un deposito sedimentario con caratteristiche piuttosto diversificate, dove prevale la componente sabbiosa, la porosità è di tipo primario con permeabilità medio-elevata, mentre si riduce a bassa quando è maggiore la frazione limosa e limo-argillosa, invece, dove è preminente la costituente argillosa su quella sabbio-limosa si ha sempre una porosità primaria ma con grado di permeabilità sensibilmente ridotto.

Maggiori approfondimenti e dettagli sono riportati nella “Relazione Geologica”.



5 PROCEDURE DI CAMPIONAMENTO

La caratterizzazione dei suoli verrà eseguita mediante il prelievo di campioni di terreno dal sito di interesse e in accordo con quanto previsto dall'Allegato 2 del D.P.R. 120/2017.

Tali campioni saranno prelevati mediante scavi esplorativi (pozzetti o trincee) e, in subordine, con sondaggi a carotaggi continuo. La localizzazione dei punti di indagine è stata scelta sulla base delle caratteristiche dell'area di impianto, optando per una suddivisione dell'area secondo delle maglie di estensione simile e ubicando i punti di campionamento in quella che si è ritenuta essere la posizione opportuna (ubicazione sistematica casuale).

Nel caso in cui gli scavi interessino la porzione satura del terreno, per ciascun punto d'indagine, oltre ai campioni sopra elencati, verrà prelevato un campione delle acque sotterranee e, compatibilmente con la situazione locale, con campionamento dinamico. In presenza di sostanze volatili si procede con altre tecniche adeguate a conservare la significatività del prelievo.

In funzione dell'estensione dell'area di impianto in esame e secondo le indicazioni riportate all'allegato 2 del su citato D.P.R., sono stati individuati **10 punti** di campionamento in corrispondenza dei quali saranno prelevati due campioni alla profondità di circa 30 e 100 cm dal piano campagna, infatti il DPR prevede che, per scavi superficiali, di profondità inferiore a 2 metri, i campioni da sottoporre ad analisi chimico-fisiche sono almeno due: uno per ciascun metro di profondità. I campioni da portare in laboratorio o da destinare ad analisi in campo sono privi della frazione maggiore di 2 cm (da scartare in campo) e le determinazioni analitiche in laboratorio sono condotte sull'aliquota di granulometria inferiore a 2 mm. La concentrazione del campione è determinata riferendosi alla totalità dei materiali secchi, comprensiva anche dello scheletro campionato (frazione compresa tra 2 cm e 2 mm).

Si specifica inoltre che nel caso di cavidotti interrati, esterni all'area d'impianto sarà previsto un campionamento ogni 500 m lineari, anch'essi effettuati a due diverse profondità (30 e 100 cm dal piano campagna). **Nell'attuale configurazione di progetto non sono stati previsti punti campionamento in per cavidotti interrati esterni all'area d'impianto.**

Il set di parametri analitici da ricercare è definito in base alle possibili sostanze ricollegabili alle attività antropiche svolte sul sito o nelle sue vicinanze, ai parametri caratteristici di eventuali pregresse contaminazioni, di potenziali anomalie del fondo naturale, di inquinamento diffuso, nonché di possibili apporti antropici legati all'esecuzione dell'opera. Il set analitico minimale da considerare è quello riportato in Tabella 4.1, fermo restando che la lista delle sostanze da ricercare deve essere modificata ed estesa in considerazione delle attività antropiche pregresse.

I parametri che saranno determinati sui campioni sono quelli previsti all'allegato 4 del D.P.R. 120/2017, che si riportano a seguire:



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

(*) Da eseguire nel caso in cui l'area da scavo si collochi a 20 m di distanza da infrastrutture viarie di grande comunicazione e ad insediamenti che possono aver influenzato le caratteristiche del sito mediante ricaduta delle emissioni in atmosfera. Gli analiti da ricercare sono quelli elencati alle colonne A e B, Tabella 1, Allegato 5, Parte Quarta, Titolo V, del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152.

I risultati delle analisi sui campioni sono confrontati con le Concentrazioni Soglia di Contaminazione di cui alle colonne A e B, Tabella 1, Allegato 5, al Titolo V, della Parte IV, del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, con riferimento alla specifica destinazione d'uso urbanistica.

Il rispetto dei requisiti di qualità ambientale di cui all'articolo 184-bis, comma 1, lettera d), del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, per l'utilizzo delle terre e rocce da scavo come sottoprodotti, è garantito quando il contenuto di sostanze inquinanti all'interno delle terre e rocce da scavo, comprendenti anche gli additivi utilizzati per lo scavo, sia inferiore alle Concentrazioni Soglia di Contaminazione (CSC), di cui alle colonne A e B, Tabella 1, Allegato 5, al Titolo V, della Parte IV, del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, con riferimento alla specifica destinazione d'uso urbanistica, o ai valori di fondo naturali.



Le terre e rocce da scavo sono utilizzabili per rinterri, riempimenti, rimodellazioni, miglioramenti fondiari o viari oppure per altre forme di ripristini e miglioramenti ambientali, per rilevati, per sottofondi e, nel corso di processi di produzione industriale, in sostituzione dei materiali di cava:

- se la concentrazione di inquinanti rientra nei limiti di cui alla colonna A, in qualsiasi sito a prescindere dalla sua destinazione;
- se la concentrazione di inquinanti è compresa fra i limiti di cui alle colonne A e B, in siti a destinazione produttiva (commerciale e industriale).

Sarà inoltre prevista un'area destinata al deposito temporaneo delle terre e rocce prodotte in attesa di caratterizzazione e un'area adibita al deposito dei materiali che saranno conferiti in discarica/centro di recupero.

A seguire si riportano le coordinate dei punti di campionamento e uno stralcio della planimetria dell'area di impianto (vedasi *Planimetria con punti di campionamento terre e rocce da scavo*).

PUNTI DI CAMPIONAMENTO	COORDINATE	
	Latitudine	Longitudine
1	37,9916408	12,6460003
2	37,9913882	12,6457648
3	37,9911290	12,6455468
4	37,9908135	12,6452697
5	37,9905395	12,6450000
6	37,9900769	12,6445971
7	37,9896572	12,6442711
8	37,9893272	12,6439597
9	37,9890047	12,6436742
10	37,9886610	12,6433632

Tabella 2 - Coordinate punti di campionamento

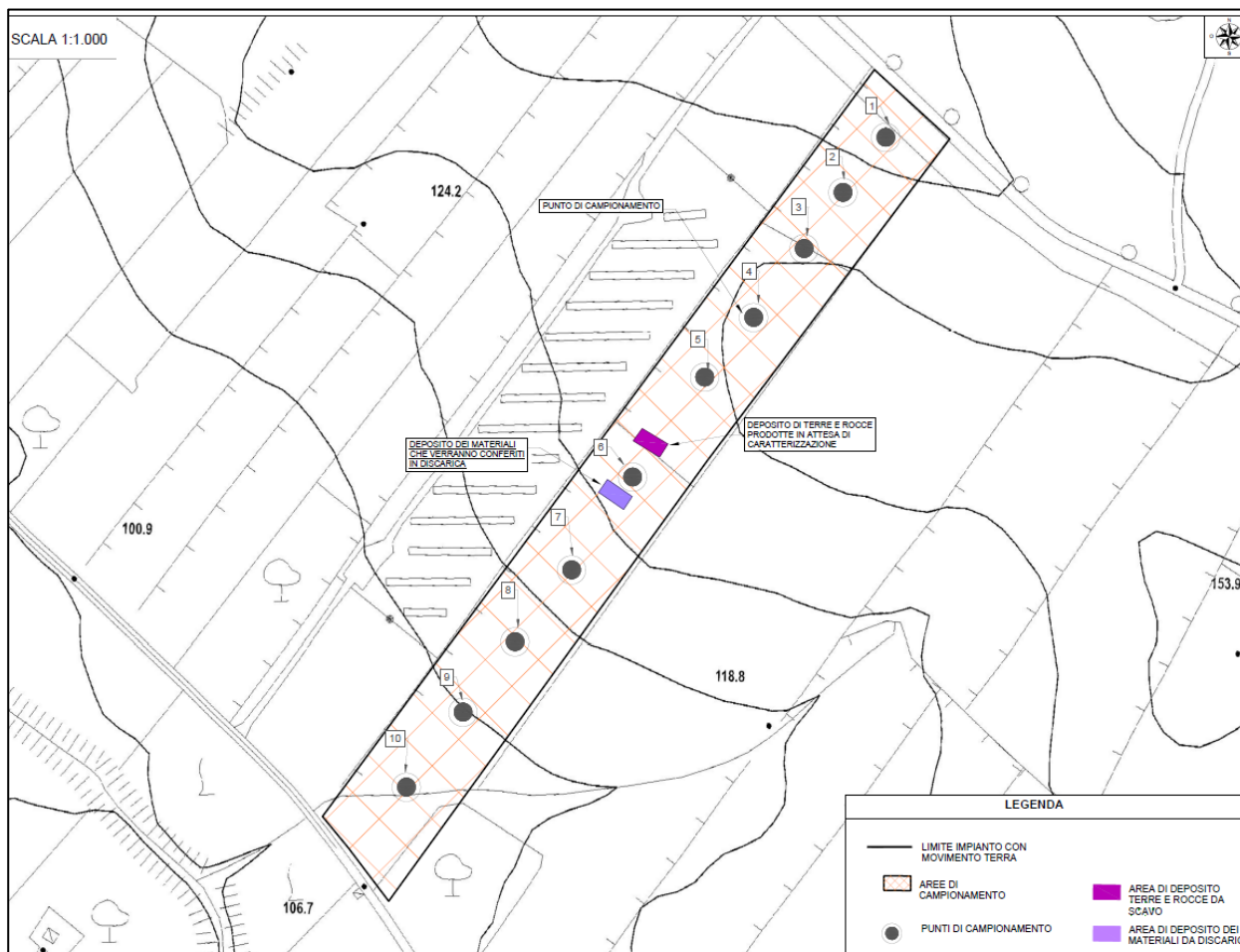


Figura 2 - Planimetria con punti di campionamento



6 PREPARAZIONE DELLA ZONDA D'IMPIANTO DELL'OPERA

Tale fase s'identifica nella preparazione dell'area all'esecuzione delle operazioni di riprofilamento morfologico. Questa fase racchiude in sé diverse lavorazioni che vengono riassunte di seguito, precisando, per ognuno, il tipo di mezzi meccanici presumibilmente impiegati:

- 1) Scotico e sbancamento superficiale: eliminazione di piante, di cespugli, di radici e dello strato superficiale di terra, ricco di materia vegetale e di sostanze organiche (humus), eseguita con bulldozer, pala caricatrice ed autocarro.
- 2) Formazione e stoccaggio di cumuli, eseguita autocarro e bulldozer. I cumuli formati potrebbero essere soggetti ad erosione da parte del vento pertanto si dovrà provvedere ad opportune misure di contenimento per evitare la dispersione di polveri.

Il terreno risultante dalle operazioni di escavazione delle aree la cui morfologia non risulta idonea alla posa dei pannelli, se idoneo, verrà riutilizzato in loco per rimodellamenti e livellamenti puntuali necessari per il corretto posizionamento dei moduli fotovoltaici.

Concluso il livellamento, si procederà alla installazione dei supporti dei moduli. Tale operazione viene effettuata con piccole trivelle da campo, mosse da cingoli, che consentono una agevole e efficace infissione dei montanti verticali dei supporti nel terreno, fino alla profondità necessaria a dare stabilità alla fila di moduli.

Per la realizzazione della viabilità interna si procederà alla compattazione del fondo scavo e riempimento con materiale di cava certificato a diversa granulometria fino al raggiungimento delle quote originali di piano campagna.

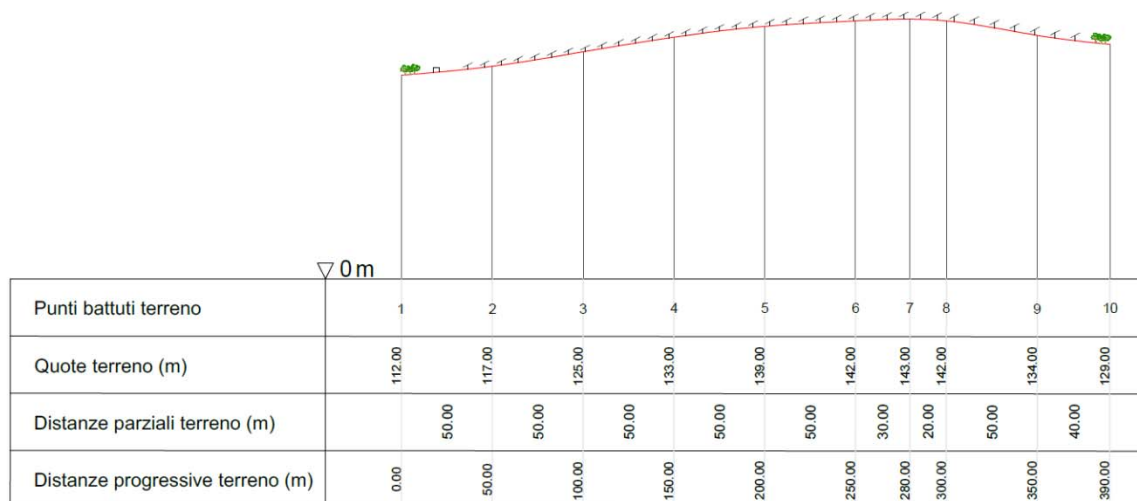
Il terreno risultante dallo scavo per la posa dei cavidotti potrà essere riutilizzato anche per il riempimento dello stesso; la restante parte sarà utilizzata, come detto, nell'impianto per rimodellamenti puntuali durante l'installazione dei moduli e delle cabine. La eventuale parte eccedente sarà sparsa uniformemente su tutta l'area del sito a disposizione, per uno spessore limitato a pochi centimetri, mantenendo la morfologia originale dei terreni.

7 RIPROFILAMENTO MORFOLOGICO DELL'AREA DI IMPIANTO

La superficie interessata dalle operazioni di preparazione della zona d'impianto dell'opera, risulta essere di circa **2,29 ha**; il terreno asportato per lavori di livellamento dell'area di posa dei pannelli potrà in seguito essere riutilizzato per uniformare ulteriormente il profilo dell'area di impianto senza alterare in maniera significativa la morfologia dei luoghi. Tale operazione di livellamento riguarderà soprattutto le aree con maggiori problemi morfologici ma prestando attenzione, come detto, a non alterare la fisionomia dei luoghi. Si precisa che per il progetto in essere non saranno effettuati sbancamenti e si manterrà pertanto la morfologia originaria dei luoghi (a meno delle operazioni di riprofilamento di cui sopra). Si rimanda alla tavola Planimetria e profili dell'area d'impianto allo stato di progetto.

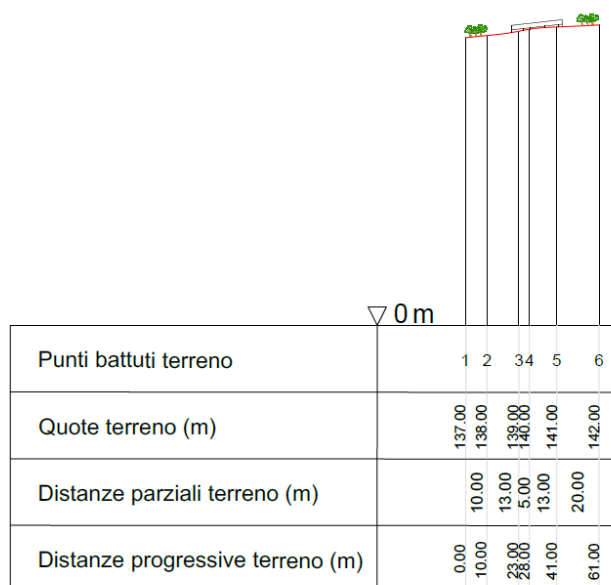


Figura 3 - Planimetria e indicazioni delle sezioni



SEZIONE A-A'

Figura 4 - Sezione AA'



SEZIONE B-B'

Figura 5 - Sezione BB'



8 OPERE DI SCAVO

Le principali opere di scavo riguardano:

- 1) Regularizzazione del piano di posa area impianto
- 2) Scavi cavidotti BT e MT
- 3) Scavo per linea, pozzetti e fondazione pali videosorveglianza
- 4) Scavi fondazioni cabine
- 5) Scavi pozzetti per linee BT ed MT

Tale fase s'identifica nella preparazione del piano di posa delle sovrastrutture nella zona occupata dell'impianto e del piano di posa dei cavidotti. Tale operazione comprende in essa diverse lavorazioni quali:

- realizzazione di scavi e riporti per ricolmare e modellare la morfologia del terreno;
- livellamento delle aree di posa;
- costipamento meccanico del terreno dell'area per portare al grado di addensamento richiesto il piano di posa delle sovrastrutture e/o di rilevati o scavi;
- bonifica del terreno dell'area, cioè sostituzione del terreno naturale del sottofondo, quando non risulti idoneo, con altro materiale di caratteristiche geotecniche migliori;
- miglioramento del terreno dell'area, ovvero correzione delle caratteristiche del terreno naturale di sottofondo, quando non è del tutto idoneo, mediante la immissione e la miscelazione di percentuali variabili di terreno migliore o di elementi lapidei, ossia stabilizzazione del terreno in situ mediante l'impiego di agenti stabilizzatori artificiali.

Nella tabella seguente viene riportato un **quadro riassuntivo dei volumi di scavo** e della relativa gestione:

Descrizione	Volume m ³	Gestione
Regularizzazione del piano di posa nelle zone morfologicamente non adatte alla posa dei moduli FV	2285	Totale riutilizzo per riprofilamenti e rinterri
Viabilità	367	
Scavi stringhe e sottocampi e cavidotto MT	612	
Scavo per linea e fondazione pali videosorveglianza	829	
Scavi fondazioni cabine	30	
Scavi pozzetti per linee BT ed MT	3	
Operazioni di scavo per la messa a dimora delle piante	241	
Operazioni di scavo per campionamento ambientale	11	
Totale	4378	

Tabella 3 - Tabella riepilogativa sui volumi derivanti dagli scavi e dal loro riutilizzo



9 MODALITA' DI GESTIONE DEI MATERIALI DI RISULTA

Il criterio di gestione del materiale scavato prevede il suo deposito temporaneo presso l'area di cantiere e successivamente il suo utilizzo per il riempimento degli scavi e per il livellamento del terreno alla quota finale di progetto, previo accertamento, durante la fase esecutiva, dell'idoneità di detto materiale per il riutilizzo in sito.

In caso i campionamenti eseguiti forniscano un esito negativo, il materiale scavato sarà destinato ad idonea discarica, con le modalità previste dalla normativa vigente e il riempimento verrà effettuato con materiale inerte di idonee caratteristiche.

Poiché per l'esecuzione dei lavori non saranno utilizzate tecnologie di scavo con impiego di prodotti tali da contaminare le rocce e terre, nelle aree a verde, boschive, agricole, residenziali, aste fluviali o canali in cui sono assenti scarichi è possibile supporre che non si verifichi potenziale contaminazione, nemmeno dovuto a fonti inquinanti diffuse; il materiale scavato nel caso in cui, previa caratterizzazione, venga considerato idoneo sarà riutilizzato in sito, in caso contrario sarà smaltito come rifiuto.

L'eventuale terreno rimosso in eccesso sarà conferito in discarica nel rispetto della normativa vigente.

A seconda della metodologia di scavo adottata e dalla natura dei materiali scavati, la gestione dei materiali di risulta si può suddividere in due macro-modalità, ossia, in esclusione dal regime dei rifiuti (ex c.1 c-bis art.185 D. Lgs 152/06) oppure come rifiuti. Per ogni macro-modalità di gestione dei materiali di risulta vi sono sottotipologie di gestione:

ESCLUSIONE DAL REGIME DEI RIFIUTI

- Materiale non contaminato allo stato naturale riutilizzabile.

GESTIONE RIFIUTI:

- Materiale contaminato o in esubero, non riutilizzabile.

Per ognuna delle categorie sopra riportate la gestione dei materiali di risulta dovrà necessariamente essere diversa.

9.1 Esclusione dal regime dei rifiuti

Il riutilizzo delle terre naturali escavate nello stesso sito di produzione è oggi disciplinato dalla lettera c bis) del comma 1 dell'art.185, introdotta dalla legge 2/2009 come nuova fattispecie che le esclude dal campo di applicazione dei rifiuti e, conseguentemente, anche alla disciplina di applicazione dell'art.186. L'art.185 prevede quindi che le terre e rocce da scavo non contaminate provenienti dall'attività di scavo possano essere riutilizzate a fini di costruzione allo stato naturale nello stesso sito in cui sono state scavate.



Lo stoccaggio non è regolato da termini temporali e la loro movimentazione nelle aree esterne al sito di produzione viene effettuata con la scheda di trasporto. Il terreno verrà accumulato presso le aree di cantiere.

Qualora si ricada in una casistica in cui le terre escavate non siano comprese nella descrizione di cui al precedente paragrafo, ovvero presentino sospetto di contaminazione, è necessario che le medesime matrici siano sottoposte a caratterizzazione. Saranno sottoposte a test di cessione, come previsto dall'art. 41 della L. 98/2013, effettuato sui materiali granulari ai sensi dell'art. 9 del decreto del Ministro dell'Ambiente 5 febbraio 1998, soltanto quando le terre e rocce contengano materiali di riporto, e, ove conformi ai limiti del test di cessione, devono rispettare quanto previsto dalla legislazione vigente in materia di bonifica dei siti contaminati.

9.2 Gestione rifiuti

I materiali prodotti dagli scavi non riutilizzati nel cantiere dovranno essere gestiti come rifiuti e conferiti presso un centro autorizzato.

Nel caso il conferimento ad un centro autorizzato è necessario:

- individuare un centro autorizzato al recupero o smaltimento terre e rocce da scavo (CER 170504);
- individuare l'eventuale deposito temporaneo presso cantiere di produzione (non deve superare i 3 mesi o i 20 mc);
- il trasporto deve essere effettuato da ditte iscritte all'Albo Gestori Ambientali o dell'impresa previa richiesta all'Albo per il trasporto in conto proprio;
- emettere Formulario di Identificazione del Rifiuto per il trasporto (FIR).

In sede progettuale o al più prima dell'Inizio Lavori il centro autorizzato prescelto deve essere comunicato all'Ente per le necessarie verifiche.

9.3 Stoccaggio per la caratterizzazione

Il materiale derivante dallo scavo, verrà trasportato presso aree attrezzate per la caratterizzazione.

A seconda dell'esito delle analisi, le terre di scavo potranno essere riutilizzate per le operazioni di riempimento, oppure dovranno essere smaltite presso centri di recupero. La caratterizzazione avverrà per cumuli di circa 10.000 mc.

10 RIUTILIZZO TERRE E ROCCE DA SCAVO IN CANTIERE

Accertate pertanto le caratteristiche dei materiali prodotti dalla realizzazione delle opere in progetto – materiali naturali privi di inquinamenti pregressi - se ne individua il successivo ed integrale riutilizzo in cantiere, ricadendo pertanto nel campo di applicazione dell'art. 185 del D. Lgs 152/06 e ss.mm.ii.

Le terre e rocce derivanti dall'operazione di scavo, come precedentemente detto, verranno interamente riutilizzate in cantiere. Detto terreno, come da relazione geologica allegata, essendo terreno vegetale non contaminato e di qualità ambientale idonea, potrà essere riutilizzato nel medesimo per il miglioramento agrario, che consiste nel ricarico di terreno vegetale opportunamente arato per la messa a dimora di sedimenti idonee.

Il riutilizzo dello stesso materiale naturale nello stesso sito di produzione, avverrà nel rispetto della tutela ambientale (non sarà utilizzato altro materia prima di qualità con conseguente annullamento di qualunque impatto ambientale, saranno evitati trasporti che darebbero luogo ad ulteriori emissioni) ed inoltre garantirà la completa compatibilità chimico-fisica con il materiale in posto (della stessa natura) tale da non determinare rischi per la salute e per la qualità delle matrici ambientali interessate e soprattutto da scongiurare ogni interazione negativa con la circolazione idrica superficiale e sotterranea.

Un'altra utilizzazione riguarderà la realizzazione di **Infrastrutture Ecologiche miste** all'interno delle aree di compensazione (fascia arborea di protezione e separazione) per favorire la fauna del suolo. Tali strutture saranno dei semplici cumuli di terra e pietre inerbite, di circa 1 m³, distribuiti ogni 1/2 ettaro; questo metodo prevede la semina nei cumuli con vari miscugli di piante erbacee non invasive, tra cui specie a ricca fioritura, con lo scopo di provvedere polline e nettare per gli insetti che rappresentano la base della catena alimentare.



Figura 6 - Esempio di infrastruttura ecologica mista



10.1 Indicazioni per il prelievo

Il suolo in natura è frutto di una lunga e complessa azione dei fattori (fattori della pedogenesi), e se si vuole in seguito “riprodurre” un suolo il più possibile simile a quello presente *ante operam* dovrà essere posta la massima cura ed attenzione alle fasi di: asportazione, deposito temporaneo e messa in posto del materiale terroso. Un suolo di buona qualità sarà in linea generale più capace di rispondere, sia nell'immediato sia nel corso del tempo, alle esigenze del progetto di ripristino, ossia occorreranno minori spese di manutenzione e/o minore necessità di ricorrere ad input esterni.

10.1.1 Asportazione del suolo

L'asportazione è l'impatto di livello massimo che può essere condotto su un suolo. Quando tale pratica viene eseguita si producono, in linea generale, terre da scavo che, per quanto possibile, saranno riutilizzate nelle opere di ripristino ambientale legato all'infrastruttura in oggetto.

Come prima indicazione si ricorda di separare gli strati superficiali da quelli profondi. Si raccomanda di agire in condizioni di umidità idonee ossia con “suoli non bagnati”. L'umidità di suolo tollerabile dipende da vari fattori, quali: tessitura, stabilità strutturale, tipo di macchine impiegate ecc. Come grandezza di misurazione dell'umidità può essere utilizzato il potenziale dell'acqua nel suolo (parametro differenziale che misura l'energia potenziale che ha l'acqua presente nel suolo, generalmente questo parametro è impiegato per quantificare il lavoro che le piante devono spendere per l'assorbimento radicale).

Per le misurazioni possono essere utilizzati tensiometri. Le misure forniscono le indicazioni circa le classi dei pori ancora piene di acqua. In termini generali a $pF < di 1,8 -2$ non si dovrebbe intervenire sui suoli (pF unità di misura che corrisponde al logaritmo in base 10 della tensione espressa in cm d'acqua), per non correre il rischio di degradare la struttura del suolo e quindi alterarne, in senso negativo, il comportamento idrologico (infiltrazione, permeabilità) e altre caratteristiche fisiche con la creazione di strati induriti e compatti inidonei allo sviluppo degli apparati radicali.

Si raccomanda inoltre di separare gli orizzonti superficiali (orizzonti A generalmente corrispondenti ai primi 20-30 cm), dagli orizzonti sottostanti (orizzonti B) e quindi se possibile anche dal substrato inerte non pedogenizzato (orizzonti C).

10.1.2 Stoccaggio provvisorio (deposito intermedio)

Il suolo asportato deve essere temporaneamente stoccato in un'apposita area di deposito seguendo alcune modalità di carattere generale, quali:

- asportare e depositare lo strato superiore e lo strato inferiore del suolo sempre separatamente;



- il deposito intermedio deve essere effettuato su una superficie con buona permeabilità non sensibile al costipamento;
- non asportare la parte più ricca di sostanza organica (humus) dalla superficie di deposito;
- la formazione del deposito deve essere compiuta a ritroso, ossia senza ripassare sullo strato depositato;
- per evitare la dispersione di polveri i cumuli dovranno essere bagnati regolarmente o ricoperti con teloni in caso di elevata ventosità;
- non circolare mai con veicoli edili ed evitare il pascolo sui depositi intermedi;
- rinverdire con piante a radici profonde (preferenzialmente leguminose).

Il deposito intermedio di materiale terroso per lo strato superiore del suolo non dovrebbe di regola superare 1,5-2,5 m, d'altezza in relazione alla granulometria del suolo ed al suo rischio di compattamento.

Lo strato di suolo superficiale ben aerato si è formato in seguito a un'intensa attività biologica. Il metabolismo chimico di questo strato del suolo avviene in condizioni aerobiche. La porosità, il tenore di humus e l'attività biologica diminuiscono nettamente con l'aumento della profondità.

A causa del proprio peso, gli strati inferiori del deposito vengono compressi. Ciò comporta prima di tutto il degrado delle caratteristiche fisico idrologiche del suolo. Pertanto mediante il deposito intermedio in mucchi a forma trapezoidale e limitandone l'altezza, si dovrà cercare di ridurre al minimo o di evitare la formazione di un nucleo centrale anaerobico del deposito.

Con l'instaurarsi di fenomeni di asfissia si può produrre una colorazione grigiastria legata agli ossidi di ferro accompagnata, per i depositi ricchi di sostanza organica, da odori di putrescenza. Si dovrà cercare quindi di evitare di avere sia fenomeni di ristagno sia di erosione (pendenze troppo accentuate).

10.1.3 Ripristino e “suolo obiettivo”

Di seguito vengono descritte le modalità di trattamento successive alle operazioni di asportazione e deposito temporaneo del suolo per poi operare la ricostituzione della copertura pedologica.

In natura il suolo è frutto di una lunga e complessa evoluzione, che vede l'interazione di diversi fattori (clima, substrato, morfologia, vegetazione, uomo e tempo), nel caso di ripristino l'obiettivo è quello di predisporre un suolo in una sua fase iniziale, ma che abbia poi i presupposti per evolvere mantenendo caratteristiche ritenute idonee.

Devono essere definite quindi le caratteristiche e qualità di un “**suolo obiettivo**” che risponde alle esigenze progettuali.



Il suolo obiettivo in un'ottica conservativa dovrebbe riprodurre il suolo originario se conosciuto, o comunque essere adeguato alla destinazione d'uso dell'area. Possiamo indicare tre strati corrispondenti agli orizzonti principali A, B e C che assolvono funzioni diverse, semplificando:

- A con funzione prevalente di nutrizione;
- B con funzione prevalente di serbatoio idrico,
- C con funzione prevalente di drenaggio e ancoraggio

Questa indicazione è di carattere generale e deve essere adattata in relazione alla situazione specifica ed alle necessità di cantiere. In molti casi l'orizzonte C si viene a formare direttamente per alterazione fisica del substrato in loco o a ripartire dagli orizzonti profondi residui dopo l'asportazione.

10.1.3.1 Le caratteristiche dello strato di copertura

Le caratteristiche e qualità del suolo più importanti da considerare sono:

- profondità del suolo e profondità utile alle radici
- tessitura e contenuto in frammenti grossolani
- contenuto in sostanza organica
- reazione
- contenuto in calcare totale ed attivo
- caratteristiche del complesso di scambio
- salinità
- densità apparente
- caratteristiche idrologiche (infiltrazione, permeabilità, capacità di acqua disponibile)
- struttura (caratteristiche e stabilità)
- porosità

Alcune caratteristiche e qualità del “suolo obiettivo”, fanno riferimento a tutto lo spessore della copertura in quanto sono la risultante dell'interazione dei diversi strati. Ad esempio la capacità d'acqua disponibile, ossia la capacità di immagazzinare acqua nel suolo per poi renderla disponibile alle piante, è la somma della capacità dei diversi strati. La conducibilità idraulica, viceversa, è condizionata dallo strato meno permeabile. Il contenuto in sostanza organica ha generalmente un gradiente e diminuisce sensibilmente con la profondità. L'elenco ha solo carattere indicativo, alcune qualità ed alcune caratteristiche indicate sono tra di loro collegate ed alcune sono evidentemente più semplici di altre da stimare o misurare. In un suolo ricostruito non si può pensare di riprodurre la complicazione degli strati che generalmente accompagnano



un suolo in natura e si deve quindi pensare ad uno schema semplificato a due od anche tre strati nel caso di suoli profondi.

Il primo strato ha una profondità di circa 20 - 30 cm e corrisponde agli orizzonti più importanti per lo sviluppo degli apparati radicali e generalmente con un'attività biologica più elevata. Per un suolo profondo un metro possiamo considerare, ad esempio, due strati uno che va dalla superficie fino a 30 cm ed uno da 30 fino a 100.

10.1.3.2 Modalità di messa in posto

Un'adeguata tecnica di ripristino ambientale, e delle adeguate attenzioni possono consentire l'instaurarsi di condizioni pedologiche accettabili in tempi non molto lunghi. L'intento è quello di mettere in posto un suolo ad uno stato assolutamente iniziale che:

- nel tempo possa poi raggiungere un suo equilibrio, essere colonizzato dagli apparati radicali e dai microrganismi,
- si assesti in un rapporto equilibrato tra le particelle solide del suolo ed i differenti tipi di pori,
- abbia una sua resilienza ai fenomeni degradativi,
- mantenga la capacità di svolgere le sue funzioni.

Le modalità di azione che si propongono sono le seguenti:

1. prima di procedere al ripristino dei suoli occorre aver predisposto la morfologia dei luoghi cui dovrà accompagnarsi il suolo e verificare la necessità di un adeguato drenaggio dell'area.
 2. All'atto della messa in posto i diversi strati che sono stati accantonati devono essere collocati senza che vengano mescolati e rispettandone l'ordine.
 3. Il ripristino deve essere effettuato con macchine adatte e in condizioni asciutte.
- Nella messa in posto del materiale terroso deve essere evitato l'eccessivo passaggio con macchine pesanti o comunque non adatte e che siano prese tutte le accortezze tecniche per evitare compattamenti o comunque introdurre limitazioni fisiche all'approfondimento radicale o alle caratteristiche idrologiche del suolo.
 - Le macchine più adatte sono quelle leggere e con buona ripartizione del peso.
 - In termini generali a $pF < 1,8 - 2$ non si dovrebbe intervenire sui suoli, per non correre il rischio di degradare la struttura del suolo e quindi alterarne, in senso negativo, il comportamento idrologico (infiltrazione, permeabilità) e altre caratteristiche fisiche con la creazione di strati induriti e compatti inidonei allo sviluppo degli apparati radicali.



- Soprattutto nei casi in cui il materiale che viene ricollocato è di limitato spessore (meno di un metro), lo strato "di contatto", sul quale il nuovo suolo viene disposto, deve essere adeguatamente preparato. Spesso succede che si presenta estremamente compattato dalle attività di cantiere: se lasciato inalterato, potrebbe costituire uno strato impermeabile e peggiorare il drenaggio del nuovo suolo, oltre che costituire un impedimento all'approfondimento radicale.
- 1. La miscelazione di diversi materiali terrosi e l'incorporazione di ammendanti e concimazione di fondo avverrà prima della messa in posto del materiale.
- 2. Anche se l'apporto di sostanza organica ha la funzione di migliorare la “fertilità fisica del terreno”, si deve evitare un amminutamento troppo spinto del suolo ed un eccesso di passaggi delle macchine.
- Per suoli profondi se lo strato inferiore del suolo è stato depositato transitoriamente per lunghi periodi (> 8-9 mesi) può essere utile effettuare un inerbimento intermedio per lo strato profondo e successivamente inserire lo strato superficiale.
- L'utilizzo di materiale non pedogenizzato, ossia ricavato solo per disaggregazione fisica può essere utilizzato per la parte inferiore di suoli molto profondi, ma anche per altre situazioni nelle quali il suolo obiettivo abbia profondità poco elevate.

Nel caso, le morfologie prevedano dei versanti in relazione alle pendenze, alla lunghezza dei versanti stessi ed alle caratteristiche di erodibilità del suolo si dovranno mettere in atto azioni ed accorgimenti antierosivi.

Un suolo di buona qualità dotato di struttura adeguata e di buona stabilità strutturale ha di per sé la capacità di far infiltrare le acque e quindi di diminuire lo scorrimento superficiale e di limitare l'erosione. Queste qualità vanno però accompagnate da una copertura protettiva sul terreno, al fine di ridurre l'azione battente della pioggia, trattenere parte dell'acqua in eccesso, rallentare la velocità di scorrimento superficiale, trattenere le particelle di suolo, migliorare la struttura, la capacità di infiltrazione e la fertilità del suolo.

10.2 Interventi di ripristino della fertilità del suolo

Gli interventi necessari a riattivare il ciclo della fertilità del suolo e creare condizioni favorevoli all'impianto e allo sviluppo iniziale della vegetazione nonché favorire l'evoluzione dell'ecosistema ricostruito, nel breve e medio periodo, vanno organizzati in:

- a) interventi con effetti a breve termine: insieme di interventi che ha un'azione limitata nel tempo, ma che può essere fondamentale per l'impianto della vegetazione; sono tipici nel recupero di tipo agricolo (es. lavorazioni);



- b) interventi con effetti a medio termine: insieme di interventi che interagisce nel tempo con l'evoluzione della copertura vegetale e del substrato: sono molto importanti nel recupero di tipo naturalistico (es. la gestione della sostanza organica).

La Direzione dei Lavori deve avere come obiettivo non solo il raggiungimento di risultati immediati, ovvero l'impianto e l'attecchimento della vegetazione, bensì supportare anche le prime fasi dell'evoluzione della copertura vegetale. Una buona organizzazione degli interventi consente di raggiungere queste finalità a costi contenuti, limitando anche il numero degli interventi di manutenzione e di gestione. Per raggiungere ciò occorre organizzare i diversi momenti operativi definendo:

- gli interventi preliminari: insieme delle operazioni colturali che devono essere eseguite in fase di predisposizione e preparazione del sito e del substrato;
- gli interventi in fase di impianto: insieme delle operazioni colturali che devono essere eseguite in fase di semina o trapianto delle specie vegetali;
- gli interventi in copertura: insieme delle operazioni colturali che devono essere eseguite in presenza della copertura vegetale già insediata.

L'intervento agronomico deve essere organizzato per migliorare, in modo temporaneo o permanente, i diversi caratteri del suolo ed in particolare:

- gli aspetti fisici,
- gli aspetti chimici,
- gli aspetti biologici,

tutti elementi che caratterizzano la fertilità del suolo stesso.

10.3 Interventi sugli aspetti fisici del substrato

Gli interventi finalizzati a migliorare i parametri fisici del substrato sono principalmente indirizzati alla modifica, parziale o totale, della porosità del suolo. Questa infatti condiziona in vario modo i caratteri fondamentali del substrato (areazione, permeabilità, ecc.). Questa caratteristica può essere modificata in modo temporaneo o permanente, interagendo con la tessitura e la struttura del substrato.

10.3.1 Interventi sulla tessitura

La tessitura, carattere statico del suolo legato alla sua composizione dimensionale, può essere modificata nel breve periodo, in modo permanente, solo con l'apporto di materiale minerale a granulometria specifica.



Questo può derivare dal mescolamento di strati sovrapposti o dalla macinazione di ghiaie o ciottoli già presenti in posto.

Un suolo sabbioso (“leggero”), generalmente, ha una buona areazione, ma una scarsa capacità di trattenuta dell’acqua, in quanto la distribuzione del diametro dei pori è sbilanciata verso le dimensioni medio-grandi. L’opposto si verifica invece in un suolo argilloso (“pesante”), dove la porosità capillare di piccole dimensioni domina, con problemi di areazione, di plasticità, di forte coesione e di scarsa disponibilità idrica per le piante, per la forte adesione e coesione tra acqua e matrice solida. Per migliorare un suolo sabbioso sarà perciò necessario integrare la frazione colloidale minerale, mentre in un suolo compatto e pesante si dovrà potenziare la frazione grossolana, il tutto per equilibrare la distribuzione della porosità verso un 50% di pori piccoli (spazio per l’acqua) ed un 50% di pori grandi (spazio per l’aria).

Le quantità di sostanza minerale necessaria per modificare questa composizione dello strato superficiale del suolo, indicativamente varia, in funzione della granulometria dei materiali utilizzati, tra: 5 e 10 cm di materiale colloidale fine per un suolo sabbioso; tra 7.5 e 15 cm di materiale grossolano per un substrato pesante. Questi ammendanti devono essere distribuiti uniformemente sulla superficie e mescolati con cura, attraverso ripetute arature profonde del substrato, associate ad estirpature o rippature, per favorire una buona distribuzione e compenetrazione tra gli strati.

10.3.1.1 Interventi sulla struttura

Le singole componenti elementari che costituiscono un suolo possono legarsi chimicamente tra loro a formare degli aggregati, influenzando così la microporosità all’interno degli aggregati, ma anche la macroporosità, tra gli aggregati stessi.

La struttura è una caratteristica complessa e dinamica che può variare nel tempo, ma è certamente correlata positivamente con la presenza di cationi a più cariche (Ca^{++} , Fe^{+++} , Al^{+++}) e di colloidali, specie quelli organici. All’opposto la struttura risulta essere alterata negativamente dalla presenza di cationi a singola carica, come Na^{+} , che mantengono dispersi i colloidali, da una forte acidità, che disperde i colloidali organici ed il ferro, nonché dall’assenza di attività microbiche, che non permette l’alterazione della sostanza organica e la sua trasformazione in colloidali stabili.

Esistono diversi modi per intervenire sulla struttura, con effetti diversificati nel tempo.

10.3.1.2 Interventi di breve durata sulla struttura: lavorazione del substrato

Questa operazione permette un forte aumento della porosità totale ed in particolare della macroporosità; ha come diretta conseguenza un aumento della percolazione, dell’areazione, della capacità termica, mentre riduce la risalita capillare. Questi effetti hanno comunque una durata limitata, non superando, nelle condizioni peggiori, la stagione vegetativa; tuttavia, questo effetto temporaneo può comunque essere molto importante nella fase di impianto della vegetazione. In condizioni difficili, quali i substrati minerali argillosi o limosi, la lavorazione rappresenta un intervento fondamentale, se non il principale, per consentire un



rapido insediamento della copertura vegetale. L'aratura risulta indispensabile, in quanto consente l'interramento della sostanza organica, dei residui, dei concimi e degli ammendanti necessari per il miglioramento del substrato.

10.3.1.3 Interventi di lunga durata sulla struttura: integrazione della sostanza organica

Rappresenta il trattamento più importante per favorire la formazione di una struttura stabile e duratura, in tutti i diversi tipi di substrato. L'apporto di sostanza organica è l'elemento base per favorire l'attività biologica del suolo: mette a disposizione materiale ed energia che favoriscono i diversi organismi tellurici ed apporta grosse quantità di sostanze colloidali. Non esiste un valore di riferimento ideale: il contenuto in sostanza organica varia in funzione delle condizioni ambientali, delle caratteristiche del substrato e della destinazione del sito. Come regola empirica si può considerare come riferimento un contenuto di sostanza organica minimo del 3 %, come valore medio di tutto lo strato alterato, concentrando una percentuale più elevata nei primi 15-20 cm.

Questo valore può variare in funzione della granulometria del terreno (Tab. 4).

	SABBIOSO		FRANCO		ARGILLOSO	
	C	S.O.	C	S.O.	C	S.O.
Scarsa	< 7	< 12	< 8	< 14	< 10	< 17
Normale	7 - 9	12 - 16	8 - 12	14 - 21	10 - 15	17 - 26
Buona	9 - 12	16 - 21	12 - 17	21 - 29	15 - 22	26 - 38
Ottima	> 12	> 21	> 17	> 29	> 22	> 38

[C = carbonio; S.O. = sostanza organica]

Tabella 4 - Contenuto in carbonio organico e della sostanza organica, in funzione della granulometria espressa in g/kg (Violante, 2000).

Per integrare la disponibilità tellurica di sostanza organica si possono utilizzare diversi tipi di materiali:

a) Sottoprodotti zootecnici

- letame: è la mescolanza di deiezioni liquide e solide con materiali vegetali di diversa origine, utilizzati come lettiera. Presenta qualità e caratteristiche diverse in funzione del tipo di animali, del tipo di lettiera e della durata del periodo di conservazione. La sua azione è molto importante in quanto, come colloide organico, aumenta la reattività del substrato e nel contempo apporta grosse quantità di microrganismi e di sostanze minerali. In agricoltura la dose comunemente impiegata è pari a 20 - 50 t/ha di materiale tal quale. In condizioni difficili, come avviene in molti ripristini, la dose può raggiungere le 100 t/ha, che corrisponde ad una percentuale di circa l'1%, se distribuita nei primi 15 cm. E' importante sottolineare la necessità di utilizzare materiale "maturo", cioè conservato con cura per un lungo periodo; questo letame deve essere caratterizzato da un aspetto omogeneo, da un colore scuro e da un peso specifico elevato (700-800 kg/m³); va evitato il prodotto fresco che può risultare caustico e meno ricco in microrganismi e colloidali. Il letame, dopo essere



stato distribuito, deve essere immediatamente interrato, per limitare fenomeni di ossidazione della sostanza organica e volatilizzazione dell'azoto.

- liquame: è una miscela di deiezioni solide, liquide, nonché acqua, prodotto nei moderni allevamenti senza più lettiera. Come il letame, anche il liquame prima di essere distribuito deve essere conservato per un congruo periodo di tempo, al fine di abbattere la carica patogena. A differenza del letame la percentuale di sostanza organica risulta essere più bassa ed il contemporaneo maggior contenuto in azoto (C/N più basso) porta alla formazione di humus labile, più facilmente degradabile e quindi con un effetto immediato. L'uso del liquame comporta anche maggiori pericoli di inquinamento, sia delle falde che dei corsi d'acqua superficiali: è necessario anche in questo caso distribuirlo e subito interrarlo o interrarlo direttamente in modo tale che la rapida ossidazione e mineralizzazione coincida con il maggior fabbisogno della vegetazione. Per limitare la lisciviazione delle sostanze nutritive e favorire un apporto di sostanza organica più duraturo, può essere utile associare la sua distribuzione con altri sottoprodotti organici a lenta degradazione, come paglia (C/N molto elevato). Le dosi consigliate non superano le 5 - 6 t/ha di sostanza secca, anche se si può arrivare a dosi di 8 t/ha. Le parcelle trattate con liquami presentano spesso una forte stimolazione della vegetazione presente (piante e semi), legata probabilmente alla presenza di sostanze ormonali.
- pollina: è la mescolanza di feci e lettiera di allevamenti avicoli. A differenza delle altre deiezioni la pollina presenta un'elevata percentuale in sostanza organica, associata ad un altrettanto elevato tenore in azoto (sia ureico che ammoniacale): questo si ripercuote sul valore del C/N che risulta essere basso, inferiore anche al liquame, favorendo quindi una mineralizzazione veloce e la formazione di humus labile. La sua utilizzazione deve perciò avvenire poco prima della semina delle specie vegetali e comunque deve essere integrata con altri materiali organici, a degradazione più lenta. La dose generalmente utilizzata non supera le 1 - 2 t/ha, in sostanza secca. Dosi più elevate possono aumentare molto la salinità della soluzione circolante e determinare problemi di causticità alle piante.

b) Scarti organici trattati

- Esiste un'ampia casistica di prodotti ammendanti, derivati da residui organici compostati, cioè sottoposti a processi di fermentazione o di maturazione bioossidativa. Fondamentalmente sul mercato si possono reperire due tipi di prodotto:
 - compost da rifiuti: prodotto ottenuto dal compostaggio della frazione organica dei rifiuti urbani nel rispetto di apposite norme tecniche finalizzate a definirne contenuti e usi compatibili con la tutela ambientale e sanitaria e, in particolare, a definirne i gradi di qualità;



- compost di qualità: prodotto, ottenuto dal compostaggio di rifiuti organici raccolti separatamente, che rispetti i requisiti e le caratteristiche stabilite dall'allegato 2 del decreto legislativo n. 217 del 2006 e successive modifiche e integrazioni.
- c) Sottoprodotti agricolo/forestali
- Tra gli ammendanti tradizionali sono poi da considerare con attenzione anche i materiali organici derivati dall'attività agricola e/o forestale. In molte situazioni questi materiali sono di facile reperibilità ed hanno un costo molto contenuto. In generale sono prodotti caratterizzati da tenori di sostanza organica elevata, anche se con un rapporto di C/N da elevato a molto elevato, fatta eccezione per lo sfalcio d'erba. Hanno perciò dei tempi di alterazione lunghi e possono creare dei problemi per l'immobilizzo di sostanze minerali, come l'azoto, durante il processo di ossidazione.
- d) Sovescio
- La pratica del sovescio, o della precoltivazione, consiste nell'interramento di una coltura erbacea seminata appositamente, al fine di aumentare il tasso di sostanza organica e/o di azoto nel substrato. Le specie comunemente utilizzate nel sovescio sono: loglio, avena, segale ed orzo tra le graminacee; colza e senape tra le crucifere; veccia, trifoglio, lupino e melloto tra le leguminose. Per la buona riuscita del sovescio è necessario predisporre un letto di semina adeguato (attraverso lavorazioni e concimazioni a servizio della coltura erbacea). Questa, seminata sia in autunno che in primavera, a seconda delle esigenze ecologiche della specie, viene lasciata crescere per poi essere interrata, meglio se trinciata, ad una profondità al massimo di 20-25 cm, in corrispondenza dell'impianto della vegetazione definitiva. Questo consente la mineralizzazione dei tessuti e l'aumento delle disponibilità sia in sostanza organica che in elementi minerali, in particolare di azoto. I risultati, in termini di humus, sono comunque più limitati rispetto all'utilizzo di letame.
- e) Interventi operativi
- Sono gli interventi che interessano direttamente il substrato:
- mantenimento della pietrosità: molte volte un'eccessiva pietrosità del substrato è considerata negativamente, sia in termini operativi che paesaggistici. In presenza di forti irraggiamenti però la presenza di massi e pietre di dimensioni adeguate crea delle piccole aree parzialmente ombreggiate, entro cui può insediarsi e svilupparsi della vegetazione: in tali condizioni sono perciò da evitare o limitare gli interventi sulla pietrosità, quali rimozioni o macinature.



- Pacciamatura: una buona pacciamatura di materiale vegetale permette di ridurre l'irraggiamento diretto del substrato, con un conseguente raffreddamento ed una diminuzione nell'evaporazione dell'acqua tellurica, spesso fattore limitante la crescita vegetale.
- Irrigazione: apporti di acqua attraverso l'irrigazione permettono, superata la fase dell'umettamento, una diminuzione della temperatura, sia per conduzione diretta sia per evaporazione.
- Lavorazioni superficiali: modificando la porosità superficiale e interrompendo la capillarità superficiale, attraverso delle lavorazioni, è possibile ridurre le perdite per evaporazione e nel contempo creare uno strato superiore molto poroso che limiti il riscaldamento di quelli sottostanti.
- Drenaggio: una buona dotazione in acqua del substrato favorisce un'elevata evaporazione, con raffreddamento dovuto al passaggio di stato, quindi, limitando il deflusso, in periodi di forte insolazione, si può potenziare il fenomeno.

10.3.2 Interventi per potenziare la fertilità

È possibile suddividere gli interventi in funzione dell'epoca di impianto della vegetazione.

Gli interventi sotto elencati sono tra loro associabili ed assemblabili in modi e tempi diversi, a seconda delle possibilità tecnico-economiche presenti in ogni area di cantiere in ripristino.

10.3.2.1 Pre impianto: prima dell'impianto della vegetazione

- Conservazione e recupero della sostanza organica esistente: raccolta, conservazione e reimpiego degli strati pedogenizzati presenti prima dell'escavazione (sostanza organica fresca ed umificata).
- Reperimento di materiale pedogenizzato in loco: in particolare è possibile usare stratificazioni superficiali ricche in sostanza organica (sia fresca che umificata), eventualmente anche terreno agricolo, dotato di frazioni limitate, ma comunque non trascurabili, di materiale organico.
- Ammendamento organico diretto, attraverso l'interramento di materiali di origine vegetale ed animale di natura diversa, in funzione:
 - a) del C/N: compreso tra 20 -1000;
 - b) dei tempi di alterazione legati alle dimensioni nei materiali impiegati.
 - c) Concimazione azoto-fosfatica, sia organica che chimica, utilizzando prodotti e materiali diversi, principalmente organici, differenziati in funzione dei tempi di rilascio dell'azoto presente:
 - a pronto effetto (settimane): es. prodotti chimici, farina di sangue;
 - ad effetto differito (mese): es. letame, cuoio torrefatto, prodotti chimici;
 - ad effetto prolungato (mesi): es. cascami di lana;



- a lungo termine (anni): es. cornunghia, pennone; in quantità corrispondenti alle necessità: 1) di alterazione della sostanza organica introdotta per raggiungere un valore di C/N pari a 30; 2) di crescita della copertura vegetale appena insediata (100-150 unità di azoto per anno).
- Ammendamento organico indiretto, legato all'uso dei concimi NP organici, previsti nel punto precedente.
- Interramento di tutto questo materiale organico ad una profondità contenuta (30 cm), per mantenere condizioni di aerobiosi, nonché evitare diluizioni eccessive.
- Creazione di un ambiente edafico coerente con le esigenze microbiologiche, non asfittico, ben areato, drenante, con una soluzione circolante chimicamente equilibrata e ben dotata in elementi minerali.

10.3.2.2 Impianto: al momento dell'insediamento della vegetazione

- Insediamento rapido di una copertura vegetale ad elevata produttività, per produrre un'elevata quantità di massa organica e per sfruttare tutte le risorse che via via si liberano dal substrato.
- Insediamento di specie azoto-fissatrici, erbacee ed arboree, per favorire nel tempo la disponibilità di azoto.
- Insediamento di specie a radicazione diversificata, specie in profondità, per favorire una esplorazione completa del substrato ed un riuso completo degli elementi minerali liberati dalla mineralizzazione o da altri processi.

10.3.2.3 Post impianto - in copertura: dopo l'insediamento della vegetazione

- Concimazioni in copertura di composti azoto fosforici:
 - a) a rapido rilascio (settimane) (prodotti chimici, sangue secco);
 - b) a medio rilascio (mesi) (prodotti chimici, cuoio);

per integrare le esigenze della vegetazione, soprattutto per quanto riguarda l'azoto, evitando ogni competizione con la massa organica in via di alterazione, fino a raggiungere una quantità totale di unità di azoto pari a 1000.

- Ammendamenti in copertura, distribuendo sostanza organica (es. liquami od altro a C/N basso), per integrare, sia in termini minerali che organici, la componente edafica.
- Gestione della copertura, per favorire la produttività biologica nel corso di tutto l'anno (sfalci, trinciatura, disponibilità irrigue, ecc.), massimizzando, nei primi anni dopo l'impianto, la produzione di massa organica.
- Gestione del sito e del suolo, tale da mantenere o migliorare le condizioni per una buona attività biologica (controllo del drenaggio, rotture degli strati impermeabili, allontanamento dei sali, ecc.).



11 CONCLUSIONI

Il presente studio costituisce il documento di "Piano preliminare di utilizzo in sito delle terre e rocce da scavo escluse dalla disciplina dei rifiuti" a supporto del progetto dell'impianto agrivoltaico denominato I "ERICE".

Poiché l'esecuzione dei lavori di realizzazione dell'opera comporterà scavi e, di conseguenza, la produzione di terre e rocce da scavo, lo studio ha l'obiettivo di fornire indicazioni per la corretta gestione del materiale da scavo nell'ambito del progetto in esame in conformità con le previsioni progettuali dell'opera e nel rispetto della normativa vigente.

In merito alla politica sulla gestione dei materiali da scavo nell'ambito del progetto in esame, si specifica che la società proponente si impegna a svolgere le proprie attività di cantiere nel rispetto della politica per l'ambiente, per questo opererà con obiettivi di miglioramento continuo mirati alla riduzione dell'impatto ambientale.

In particolare, con riferimento all'impatto ambientale, l'ipotesi progettuale privilegiata per la gestione dei materiali da scavo è il riutilizzo all'interno dello stesso sito di produzione, come previsto dall'art. 185, comma 1, lettera c) del D.Lgs. 152/06 e s.m.i., e dal DPR 13 giugno 2017 n. 120.

A tale scopo si prevede un'adeguata attività di caratterizzazione dei suoli in fase di progettazione esecutiva e prima dell'inizio dei lavori al fine di accertare i requisiti ambientali dei materiali escavati ai sensi dell'art. 185, comma 1, lettera c) del D.Lgs. 152/06 e s.m.i. ovvero l'esclusione degli stessi dal regime dei rifiuti. Le modalità di tale caratterizzazione sono descritte al paragrafo 5 da eseguire allo scopo di verificare la sussistenza dei requisiti di qualità ambientale dei materiali derivanti dalle operazioni di scavo connesse alle attività di realizzazione dell'opera in progetto.

In caso di conformità dei suoli alle CSC previste dal D.Lgs 152/06 e s.m.i., accertata mediante metodi analitici certificati (compreso test di cessione qualora si riscontri la presenza di terreni di riporto), il materiale da scavo sarà riutilizzato per riempimenti, reinterri e rimodellazioni in situ. Il materiale non direttamente riutilizzabile sarà invece destinato ad impianti di conferimento, conformemente al regime legislativo vigente in materia di rifiuti.

Si precisa che le attività svolte durante le normali lavorazioni non comporteranno contaminazione dei terreni, inoltre la Società proponente adotterà tutte le misure rivolte alla salvaguardia della salute dei lavoratori con particolare riferimento all'eventuale presenza di inquinanti.