

**IMPIANTO AGRIVOLTAICO PER LA PRODUZIONE DI
ENERGIA ELETTRICA DA FONTE SOLARE
(POTENZA TOTALE=14,49 MWp)
SITUATO NEL COMUNE DI
CASTEL SAN GIOVANNI (PC)**

PROGETTO DEFINITIVO

Piano di dismissione e messa in pristino

IDENTIFICAZIONE ELABORATO

Livello Prog.	Codice	Tipo doc.	N° elaborato	Nome file	Tipo elaborato	Scala
DEF	01CSG26	PDF	21	DISMIS	REL	-

REV.	DATA	DESCRIZIONE	ESEGUITO	VERIFICATO	APPROVATO
00	10/06/2026	Prima emissione – Screening VIA	LA	MB	AB

PROGETTAZIONE



START ENGINEERING srl

Via per Rovato, 29/C - 25030 ERBUSCO (BS)

E-mail: info@starteng.it - mail PEC: startengineering@pec.it



RICHIEDENTE

ReRe 62 S.r.l.

Piazza Borromeo, 14

20123 - Milano (MI)

C.F./ P. IVA 14366730969



Proprietà Intellettuale

Il presente documento è di proprietà esclusiva di Start Engineering S.r.l. (P.I. 04166670986), che ne detiene tutti i diritti di riproduzione, diffusione, distribuzione e alienazione, nonché ogni ulteriore diritto individuato dalla vigente normativa in materia di diritto d'autore. Il presente documento ed il suo contenuto non possono, pertanto, essere ceduti, copiati, diffusi o riprodotti, né citati, sintetizzati, o modificati, anche parzialmente, senza l'esplicito consenso di Start Engineering S.r.l..

Ogni prodotto o Società menzionati in questa relazione sono marchi dei rispettivi proprietari o titolari e possono essere protetti da brevetti e/o copyright concessi o registrati dalle autorità preposte.

Sommario

1	SEZIONE I – PARTE GENERALE	4
1.1	INDIVIDUAZIONE DELL'AREA E SITUAZIONE ANTE OPERAM	4
2	SEZIONE II – RIPRISTINO DEI LUOGHI	7
2.1	DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI DI DISMISSIONE	7
2.2	CRITERI PER LA MESSA IN RIPRISTINO DELLO STATO DEI LUOGHI	14
2.3	CLASSIFICAZIONE DEI RIFIUTI PROVENIENTI DALLA DISMISSIONE DELL'IMPIANTO	15
2.4	MODALITÀ DI RIMOZIONE E SMALTIMENTO O RECUPERO DEL MATERIALE	16
2.4.1	RECUPERO RIFIUTI IN FASE DI CANTIERE	16
2.4.2	CARTA	17
2.4.3	EVA E PARTI PLASTICHE	18
2.4.4	VETRO	19
2.4.5	ALLUMINIO	19
2.4.6	CELLE FOTOVOLTAICHE	20
2.4.7	RECUPERO LOCALE TECNICO PREFABBRICATO	20
2.4.8	VASCA DI FONDAZIONE	21
2.4.9	SMALTIMENTO DELLE SOLETTE IN CALCESTRUZZO	21
2.5	STIMA DI SPESA E QUADRO ECONOMICO	24
3	CONCLUSIONI	28

1 Sezione I – Parte generale

Il presente elaborato è stato redatto secondo quanto previsto dal D.Lgs. n.190 del 25/11/2024 e smi.

L'impianto fotovoltaico può essere considerato come l'impianto di produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili che più di ogni altro impiega materiali ad elevata riciclabilità con impatto estremamente ridotto sul sito di installazione, in termini di inquinamento atmosferico e sonoro. La presente relazione si pone l'obiettivo di descrivere le opere di dismissione dell'impianto agrivoltaico oggetto del presente intervento al termine della sua vita utile, nonché il ripristino dello stato dei luoghi interessati allo stato ante operam.

Si specifica come siano escluse dal computo delle opere da dismettere le opere riguardanti l'impianto di rete, rientranti nel perimetro del Gestore E-Distribuzione.

Si stima che, grazie all'elevato livello tecnologico raggiunto in ambito fotovoltaico e alla qualità dei materiali impiegati, la vita media produttiva di un impianto fotovoltaico utility scale si attesta attorno ai 25/30 anni. Dopo tale periodo e valutato lo stato di effettiva efficienza, l'impianto sarà completamente dismesso, i materiali trattati in modo conforme alla natura dei singoli prodotti, alle procedure di smaltimento previste dai produttori e dalle normative di legge, infine, il terreno interessato sarà riportato allo stato ante operam, fatte salve le opere di naturalizzazione/mitigazione che avranno portato evidenti miglioramenti in termini di biodiversità per tutto l'areale.

In conseguenza di quanto sopra indicato, tutti i componenti dell'impianto e i relativi lavori di installazione sono stati predisposti per l'ottenimento del suddetto obiettivo, in particolare, all'interno del piano di investimento previsto per la realizzazione dell'opera sono stati inseriti congrui importi riservati a tale scopo.

In questa relazione, a sostegno del fatto che gli interventi legati al fotovoltaico inducano sul territorio trasformazioni di tipo reversibile, è riportato uno studio inerente alle fasi e le tempistiche delle operazioni di dismissione per l'impianto "Agrivoltaico Casella – 14.49MW".

1.1 Individuazione dell'area e situazione ante operam

L'impianto in oggetto verrà realizzato sui Mappali 30, 31, 34, 35 del Foglio 5 e sui Mappali 3, 15, 36, 37, 38, 39 del Foglio 7 del Catasto Terreni del comune di Castel San Giovanni (PC).

Di seguito una vista satellitare e fotografica dello stato attuale dell'area interessata (rilevata in campo), la quale risulta collocata in contesto agricolo.



FIGURA 1: UBICAZIONE INTERVENTO – VISTA AEREA



FIGURA 2: VISTA SUD AREA D'INTERVENTO



FIGURA 3: VISTA NORD AREA D'INTERVENTO

2 Sezione II – ripristino dei luoghi

L'impianto fotovoltaico, al termine della propria vita utile e nel rispetto delle prescrizioni normative in vigore a quella data, sarà soggetto a dismissione ed alla rimessa in pristino dello stato dei luoghi.

2.1 Descrizione degli interventi di dismissione

Al termine della vita utile dell'impianto (stimata in almeno 25 anni) seguirà una fase di dismissione e demolizione, che restituirà le aree allo stato preesistente al progetto, come previsto dal D.Lgs. n.190 del 25/11/2024 "Disciplina dei regimi amministrativi per la produzione di energia da fonti rinnovabili, in attuazione dell'articolo 26, commi 4 e 5, lettera b) e d), della legge 5 agosto 2022, n.118".

Le fasi previste, legate allo smantellamento dell'impianto fotovoltaico, saranno:

- **FASE 1 – Disconnessione dell'intero impianto dalla rete elettrica**

Sezionamento elettrico dell'impianto lato Media e Bassa Tensione e sconnessione dei moduli fotovoltaici.

- **FASE 2 – Smontaggio moduli fotovoltaici**

Per quanto riguarda i pannelli fotovoltaici, questi verranno smontati dalle strutture fuori terra. Il numero complessivo di moduli fotovoltaici nell'impianto "Agrivoltaico Casella – 14.49MW" risulta essere pari a 19.980. Per le operazioni di smontaggio dei pannelli fotovoltaici si prevede l'utilizzo di un camion con autogrù e di una squadra composta da 10 operai e 2 mezzi per lo spostamento delle unità.

Le operazioni consisteranno nello smontaggio dei moduli e nell'invio degli stessi ad un'idonea piattaforma predisposta dal costruttore di moduli che effettuerà le operazioni di recupero dei vari materiali quali il silicio (che costituisce le celle), il vetro (per la protezione frontale dei moduli), fogli di materiale plastico (per la protezione posteriore) e alluminio (per la cornice).

Unità da rimuovere: 19.980 moduli fotovoltaici				
Descrizione	n° operai	Tempo di rimozione singola unità (min)	Unità rimosse al giorno	Tempo totale impiegato
Operai	12	4	1.440	14 giorni
Descrizione	n° mezzi	Unità rimosse da ogni camion	Unità rimosse al giorno	Tempo totale impiegato
Camion	3	540	1.620	13 giorni

• FASE 3 – Smontaggio strutture di sostegno

Le 542 strutture metalliche presenti nell'impianto per il sostegno dei pannelli, per quanto riguarda la parte fuori terra, saranno rimosse tramite smontaggio meccanico. I materiali ferrosi ricavati verranno inviati ad appositi centri di recupero e riciclaggio a norma di legge. Considerando sempre la squadra formata da 12 persone si stima che due addetti impieghino circa 20 minuti per smontare ogni struttura. Così facendo sarebbero necessari 4 giorni lavorativi per liberare il terreno dalle strutture metalliche di supporto dei moduli fotovoltaici.



Unità da rimuovere: 542 strutture

Descrizione	n° operai	Tempo di rimozione singola unità (min)	Unità rimosse al giorno	Tempo totale impiegato
Operai	10	15	160	4 giorni
Descrizione	n° mezzi	Unità rimosse da ogni camion	Unità rimosse al giorno	Tempo totale impiegato
Camion	2	---	160	4 giorni

• FASE 4 – Rimozione degli inverter

In parallelo alla rimozione delle strutture di sostegno, saranno smontati e rimossi i 46 inverter a servizio dell'impianto.

Considerando la squadra formata da 12 persone, si stimano 15 minuti per lo scollegamento dei cavi lato cc e ac all'inverter, compreso lo smontaggio di ognuno. Così facendo sarebbe necessario 1 giorno lavorativo per liberare il terreno dalle strutture metalliche di supporto dei moduli fotovoltaici.

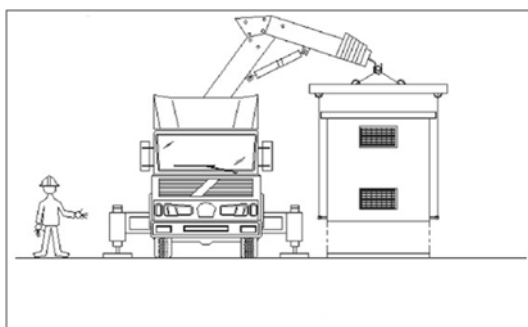
Unità da rimuovere: 46 Inverter

Descrizione	n° operai	Tempo di rimozione singola unità (min)	Unità rimosse al giorno	Tempo totale impiegato
Operai	12	15	46	1 giorni

Descrizione	n° mezzi	Unità rimosse da ogni camion	Unità rimosse al giorno	Tempo totale impiegato
Camion	1	---	46	1 giorni

• FASE 5 – Rimozione delle apparecchiature elettriche e locali tecnici

Per quanto attiene alla struttura prefabbricata relativa al locale tecnico si procederà prima allo smontaggio e rimozione di tutte le apparecchiature presenti all'interno (trasformatore, quadri elettrici, ecc.) e poi al sollevamento della struttura prefabbricata e al posizionamento di questa su camion che la trasporterà presso impianti specializzati per la loro demolizione e dismissione. I tempi stimati per questa operazione sono dell'ordine del giorno.



Unità da rimuovere: Apparecchiature di 1 locale utente				
Descrizione	n° operai	Tempo di rimozione singola unità (min)	Unità rimosse al giorno	Tempo totale impiegato
Operai	10	90	1	1 giorno
Descrizione	n° mezzi	Unità rimosse da ogni camion	Unità rimosse al giorno	Tempo totale impiegato
Camion	2	1	1	1 giorno

Unità da rimuovere: 6 Locale tecnico				
Descrizione	n° operai	Tempo di rimozione singola unità (min)	Unità rimosse al giorno	Tempo totale impiegato
Operai	10	90	1	1 giorni
Descrizione	n° mezzi	Unità rimosse da ogni camion	Unità rimosse al giorno	Tempo totale impiegato
Camion	2	1	1	1 giorni



• FASE 6 – Scavo, demolizione e rimozione della fondazione locale tecnico e delle fondamenta di sostegno dei pali del cancello

A seguito della rimozione del locale tecnico si renderà necessario la demolizione delle basi di appoggio realizzate in calcestruzzo magro presenti, tramite frantumazione ed asportazione dei detriti da demolizione che verranno conferiti a ditte specializzate nel recupero di inerti.

I tempi stimati per questa operazione sono dell'ordine del giorno.

Unità da rimuovere: 6 platee Locale tecnico				
Descrizione	n° operai	Tempo di rimozione singola unità (min)	Unità rimosse al giorno	Tempo totale impiegato
Operai	10	---	1	1 giorni
Descrizione	n° mezzi	Unità rimosse da ogni camion	Unità rimosse al giorno	Tempo totale impiegato
Camion	1	---	1	1 giorni

• FASE 7 – Sfilaggio cavi elettrici

Le linee elettriche e i cavi elettrici bt e MT saranno rimossi, conferendo il materiale di risulta agli impianti a tale scopo deputati dalla normativa di settore. I cavi elettrici verranno sfilati dai pozzetti di ispezione mediante l'utilizzo di idonee attrezzature avvolgicavo. In tale fase si provvederà anche allo sfilaggio del cavo MT interrato di collegamento all'utenza. I tempi stimati per questa operazione sono dell'ordine dei 5 giorni.

Unità da rimuovere: cablaggi				
Descrizione	n° operai	Tempo di rimozione singola unità (min)	Unità rimosse al giorno (m)	Tempo totale impiegato
Operai	10	---	A corpo	5 giorni
Descrizione	n° mezzi	Unità rimosse da ogni camion	Unità rimosse al giorno	Tempo totale impiegato
Camion	2	---	A corpo	5 giorni

• **FASE 8 – Rimozione dei tubi corrugati interrati e dei pozzetti di ispezione;**

Da questa fase iniziano le operazioni svolte allo smantellamento delle infrastrutture interrate. Pertanto, i pozzetti prefabbricati di ispezione e i tubi corrugati verranno rimossi mediante l'impiego di un escavatore. Dopo aver tolto le strutture queste verranno portate via con l'ausilio di camion. Alla fine di queste operazioni si procederà con il rinterro e la compattazione a strati.

<u>Unità da rimuovere: tubi corrugati elettrici</u>				
Descrizione	n° operai	Tempo di rimozione singola unità (min)	Unità rimosse al giorno (m)	Tempo totale impiegato
Operai	10	---	A corpo	5 giorni
Descrizione	n° mezzi	Unità rimosse da ogni camion	Unità rimosse al giorno	Tempo totale impiegato
Escavatore	1	---	A corpo	5 giorni
Descrizione	n° mezzi	Unità rimosse da ogni camion	Unità rimosse al giorno	Tempo totale impiegato
Camion	1	---	A corpo	5 giorni
<u>Unità da rimuovere: pozzetti d'ispezione</u>				
Descrizione	n° operai	Tempo di rimozione singola unità (min)	Unità rimosse al giorno (m)	Tempo totale impiegato
Escavatore	1	---	A corpo	5 giorni
Descrizione	n° mezzi	Unità rimosse da ogni camion	Unità rimosse al giorno	Tempo totale impiegato
Camion	1	---	A corpo	5 giorni

• FASE 9 – Scavo e rimozione recinzione perimetrale e del cancello d'ingresso

La recinzione dell'impianto fotovoltaico, della lunghezza complessiva di circa 3.051 m, è eseguita con rete a maglia metallica sostenuta da pali in ferro infissi nel terreno, compresi i fili di tensione e legatura plastificati.

Questa sarà rimossa tramite smontaggio ed inviata a centri di recupero per il riciclaggio delle componenti metalliche. Per quanto concerne la dismissione delle strutture di fissaggio della recinzione, verrà effettuato lo sfilamento diretto dei pali per agevolare il ripristino dei luoghi. Tali strutture, avendo dimensioni ridotte, verranno caricati attraverso la semplice legatura su automezzi che trasporteranno gli stessi presso impianti di recupero specializzati.

Unità da rimuovere: 3.051 m (oltre i cancelli)				
Descrizione	n° operai	Tempo di rimozione singola unità (min)	Unità rimosse al giorno (m)	Tempo totale impiegato
Operai	10	---	A corpo	8 giorni
Descrizione	n° mezzi	Unità rimosse da ogni camion	Unità rimosse al giorno (m)	Tempo totale impiegato
Camion	1	---	A corpo	8 giorni

Unità da rimuovere: circa 1148 paletti infissi in ferro				
Descrizione	n° operai	Tempo di rimozione singola unità (min)	Unità rimosse al giorno	Tempo totale impiegato
Operai	4	5	765	2 giorni
Descrizione	n° mezzi	Unità rimosse da ogni camion	Unità rimosse al giorno	Tempo totale impiegato
Automezzo con braccio gru	1	---	765	2 giorni

• FASE 10 - Rimessa in pristino del terreno vegetale.

Per quanto attiene al ripristino del terreno, una volta libero da ogni tipologia di struttura, potrà essere riportato al suo stato ante-operam. Per far ciò, si procederà al rinterro di eventuali buche mediante riporto di terreno vegetale, livellazione e successivamente si effettuerà un'aratura per conferirgli uniformità, dopodiché verrà praticata una risemina di leguminose autoriseminanti ed un trattamento di fertilizzazione con humus naturale, per consentire lo svolgimento delle attività agricole future.

Si ricorda che non si rende necessaria nessuna opera di bonifica del suolo agricolo in quanto la realizzazione e la conduzione dell'impianto di produzione di energia elettrica non comporta alcun inquinamento e contaminazione del suolo per le matrici ambientali suolo, sottosuolo e acque sotterranee.

Utilizzando una pala cingolata e dei moderni trattori, è possibile ripristinare ed arare l'intera superficie in un paio di giornate.

In questa fase si porrà particolare attenzione affinché venga ripristinato lo stato dei luoghi mantenendo l'andamento orografico originario del terreno stesso.



Potenziali impatti su habitat e specie presenti nei luoghi.

Durante la fase di dismissione, l'impatto sarà rappresentato dalla perdita o il danneggiamento della vegetazione esistente per schiacciamento, dovuto ai mezzi di cantiere oppure dallo sversamento accidentale degli idrocarburi contenuti nei serbatoi di alimentazione dei mezzi in seguito ad incidenti.

L'entità dell'impatto è comunque limitata.

2.2 Criteri per la messa in ripristino dello stato dei luoghi

In questo paragrafo verrà esaminata in maniera più dettagliata la fase di ripristino dello stato dei luoghi. Le componenti dell'impianto fotovoltaico che costituiscono una modificazione rispetto alle condizioni in cui si trova attualmente il sito oggetto dell'intervento sono prevalentemente:

- stringhe fotovoltaiche
- sottostruttura sostegno moduli fotovoltaici
- locale tecnico prefabbricato
- cavistica e quadri elettrici
- recinzione

Una volta separati i diversi componenti sopra elencati in base alla composizione chimica ed in modo da poter riciclare il maggior quantitativo possibile dei singoli elementi, i rifiuti saranno consegnati ad apposite ditte per il riciclaggio e il riutilizzo degli stessi; la rimanente parte, costituita da rifiuti non riutilizzabili, sarà conferita a discarica autorizzata.

In fase di dismissione dell'impianto agrivoltaico, sarà di fondamentale importanza il completo ripristino morfologico e vegetazionale dell'area. Ciò farà in modo che l'area sulla quale sorgeva l'impianto possa essere restituita agli originari usi agricoli.

Per garantire una maggiore attenzione progettuale al ripristino dello stato dei luoghi originario si utilizzeranno tecniche di ingegneria naturalistica per la rinaturalizzazione degli ambienti modificati dalla presenza dell'impianto agrivoltaico. Tale rinaturalizzazione verrà effettuata con l'ausilio di idonee specie vegetali autoctone.

Le tecniche di Ingegneria Naturalistica, infatti, possono qualificarsi come uno strumento idoneo per interventi destinati alla creazione (neoecosistemi) o all'ampliamento di habitat preesistenti all'intervento dell'uomo, o in ogni caso alla salvaguardia di habitat di notevole interesse floristico e/o faunistico. La realizzazione di neo-ecosistemi ha oggi un ruolo fondamentale legato non solo ad aspetti di conservazione naturalistica (habitat di specie rare o minacciate, unità di flusso per materia ed energia, corridoi ecologici, ecc.) ma anche al loro potenziale valore economico-sociale.

I principali interventi di recupero ambientale con tecniche di Ingegneria Naturalistica che verranno effettuati sul sito che ha ospitato l'impianto agrivoltaico sono costituiti prevalentemente da:

- semine (a spaglio, idrosemina o con coltre protettiva);
- semina di leguminose;
- scelta delle colture in successione;
- sovesci adeguati;
- incorporazione al terreno di materiale organico, preferibilmente compostato, anche in superficie;
- piantumazione di specie arboree/arbustive autoctone;
- concimazione organica finalizzata all'incremento di humus ed all'attività biologica.

Gli interventi di riqualificazione di aree che hanno subito delle trasformazioni, mediante l'utilizzo delle tecniche di Ingegneria Naturalistica, possono quindi raggiungere l'obiettivo di ricostituire habitat e di creare o ampliare i corridoi ecologici, unendo quindi l'Ingegneria Naturalistica all'Ecologia del Paesaggio.

2.3 Classificazione dei rifiuti provenienti dalla dismissione dell'impianto

I rifiuti derivanti dalla dismissione dell'impianto di produzione di energia elettrica da fonte solare, identificati secondo la Codifica dei rifiuti di cui alla Decisione 2014/955/UE, sono elencati nella Tabella seguente:

Famiglia rifiuto		
16 – Rifiuti non specificati altrimenti nell'elenco		
Codice CER	Descrizione rifiuto	Elementi provenienti da impianto
16 02 14	Apparecchiature fuori uso, diverse da quelle di cui alle voci da 16 02 09 16 02 13	1. Strumenti di monitoraggio e controllo 2. Moduli fotovoltaici 3. Trasformatore 4. Inverter 5. Quadri elettrici BT e MT 6. Telecamere 7. Corpi illuminanti 8. Accessoristica elettrica varia
16 02 13	Apparecchiature fuori uso, contenenti componenti pericolosi diversi da quelli di cui alle voci da 16 02 09 a 16 02 12	9. UPS (gruppo di continuità)
16 02 16	Componenti rimossi da apparecchiature fuori uso, diversi da quelli di cui alla voce 16 02 15	10. Interruttori/sezionatori/contattori/fusibili 11. Relè 12. Schede elettroniche
Famiglia rifiuto		
17 – Rifiuti dalle attività di costruzione e demolizione		
Codice CER	Descrizione rifiuto	Elementi provenienti da impianto
17 01 01	Cemento	13. Pozzetti di ispezione
17 02 03	Plastica	14. Tubazioni (corrugati elettrici)
17 04 01	Rame, bronzo, ottone	15. Rete di messa a terra e collettori in rame
17 04 05	Ferro e acciaio	16. Strutture di sostegno dei moduli ed ancoraggio 17. Dispersori (puntazze) impianto di messa a terra 18. Recinzione metallica e pali di supporto
17 04 11	Cavi, diversi da quelli di cui alla voce 17 04 10	19. Cavi elettrici di varia natura e sezione aventi conduttori in rame (potenza e trasmissione dati)
17 05 04	Terre e rocce, diverse da quelle di cui alla voce 17 05 03	20. Terra di scavo priva di sostanze pericolose contaminanti e/o materiale ultroneo
17 09 04	Rifiuti misti dell'attività di costruzione e demolizione, diversi da quelli di cui alle voci 17 09 01, 17 09 02 e 17 09 03	21. Macerie edili (includono calcestruzzo armato e parti di impurità fino ad una percentuale del 10%) derivanti da demolizioni piani di posa locali tecnici, fondazioni cancelli d'ingresso, locali tecnici prefabbricati

2.4 Modalità di rimozione e smaltimento o recupero del materiale

2.4.1 RECUPERO RIFIUTI IN FASE DI CANTIERE

Considerata la tipologia dell'intervento da realizzare, si può affermare che le lavorazioni in fase di cantiere avverranno limitando il più possibile la produzione di particolari rifiuti da conferire alle pubbliche discariche.

Questo è dovuto all'esiguità degli scavi necessari alla realizzazione delle strutture di fondazione ed al fatto che la viabilità interna verrà realizzata seguendo come criterio progettuale quello di limitare il più possibile le movimentazioni di terra nel rispetto dell'ambiente circostante, sarà però presente un volume di terre da gestire derivante dal rimodellamento del terreno.

Tali operazioni produrranno come residuo delle lavorazioni terreno vegetale e una frazione più sabbiosa-limosa derivante dagli strati meno superficiali che verranno ridistribuiti uniformemente all'interno delle aree di pertinenza dell'impianto per il rimodellamento del terreno, mentre la frazione eccedente verrà gestita come rifiuto o come sottoprodotto in base alla normativa di settore, in accordo con quanto esplicitato nel Piano Preliminare di utilizzo terre rocce da scavo allegato alla presente istanza di autorizzazione.

Per quanto riguarda gli imballaggi dei moduli fotovoltaici e dei quadri elettrici questi saranno costituiti da cartone e plastica, materiali che verranno trasferiti ai circuiti classici di riciclo che sono stati analizzati nei paragrafi successivi.

A valle di quanto esposto non si esclude il fatto che, se in fase di cantiere si dovesse produrre altro materiale di rifiuto, ad esempio a seguito della demolizione di alcune parti di strutture realizzate, tale materiale prodotto verrà conferito nella più vicina discarica pubblica autorizzata.

RICICLO COMPONENTI E RIFIUTI IN FASE DI DISMISSIONE

L'impianto agrivoltaico è costituito da una serie di manufatti necessari all'espletamento di tutte le attività ad esso connesse ed in questa relazione descritti.

Le componenti dell'impianto che costituiscono una modifica rispetto alle condizioni in cui si trova attualmente il sito oggetto dell'intervento sono prevalentemente:

- stringhe fotovoltaiche
- sottostruttura sostegno moduli fotovoltaici
- locale tecnico prefabbricato
- cavistica e quadri elettrici
- recinzione
- SMALTIMENTO STRINGHE FOTOVOLTAICHE

Il riciclo dei moduli fotovoltaici nel settore della produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili è un fattore determinante e da non sottovalutare se si vuole che gli impianti fotovoltaici rappresentino totalmente un sistema di produzione dell'energia elettrica ecologico e sostenibile. Al termine della loro vita utile, i pannelli costituiscono un rifiuto elettronico e come tutti i rifiuti hanno una ricaduta ambientale.

La normativa di riferimento per il corretto smaltimento dei moduli fotovoltaici è contenuta nel DECRETO LEGISLATIVO 14 marzo 2014, n. 49, la quale all'Art.4, comma 3, punto qq definisce "rifiuti derivanti dai pannelli fotovoltaici": sono

considerati RAEE provenienti dai nuclei domestici i rifiuti originati da pannelli fotovoltaici installati in impianti di potenza nominale inferiore a 10 KW. Detti pannelli vanno conferiti ai "Centri di raccolta" nel raggruppamento n. 4 dell'Allegato 1 del decreto 25 settembre 2007, n. 185; tutti i rifiuti derivanti da pannelli fotovoltaici installati in impianti di potenza nominale superiore o uguale a 10 KW sono considerati RAEE professionali".

Adempimenti normativi. Il Soggetto Responsabile di un RAEE fotovoltaico professionale, ossia installato in impianti di potenza nominale superiore o uguale a 10 kW, deve conferire tale RAEE – per il tramite di un sistema individuale, collettivo, di soggetti autorizzati per la gestione dei codici CER o di un trasportatore - ad un impianto di trattamento autorizzato.

Si evidenzia sin d'ora che, ai sensi dell'art. 33 del Decreto, è possibile consultare il link seguente per l'elenco degli impianti di trattamento iscritti al Centro di Coordinamento RAEE: <https://www.cdcaee.it/>

Il finanziamento delle operazioni di raccolta, trasporto, trattamento adeguato, recupero e smaltimento ambientalmente compatibile dei RAEE fotovoltaici professionali è a carico del produttore in caso di fornitura di una nuova apparecchiatura elettrica ed elettronica.

Per cui già prima dell'installazione dei moduli fotovoltaici, il solo acquisto degli stessi comporta automaticamente l'assolvimento degli obblighi RAEE e dei consorzi che si occupano del futuro smaltimento.

In ogni caso il Soggetto Responsabile procederà autonomamente oppure tramite un sistema individuale o collettivo o soggetti autorizzati per la gestione dei codici CER o attraverso un'impresa che svolge attività di raccolta e trasporto di rifiuti iscritta all'Albo dei Gestori Ambientali (di seguito "trasportatore"), al trasferimento del RAEE ad un impianto di trattamento, ai fini del corretto trattamento e smaltimento dello stesso.

I materiali che costituiscono i moduli fotovoltaici sono il silicio (che costituisce le celle), quantità trascurabili di elementi chimici non tossici inseriti nel silicio stesso, vetro (protezione frontale), fogli di materiale plastico (protezione posteriore) e alluminio (per la cornice). La procedura di riciclo prevede in una prima fase l'eliminazione dell'EVA (Etilvinile acetato), le colle e le parti plastiche. Si prosegue con la separazione del vetro ed eventualmente delle parti di alluminio con il loro riciclo attraverso i canali tradizionali. Per quanto riguarda invece il sistema di imballaggio dei moduli fotovoltaici i materiali prevalenti sono cartone e plastica.

Analizzeremo ora in dettaglio le fasi dello smaltimento dei materiali sin qui elencati:

2.4.2 CARTA

Il riciclaggio della carta è un settore specifico del riciclaggio dei rifiuti. Gli impieghi fondamentali della carta sono:

- supporto fisico per la scrittura e la stampa;
- materiale da imballaggio.

Si tratta di prodotti di uso universale, con indici crescenti di produzione e di domanda (il consumo pro-capite di carta e cartoni in Italia era stimato dal Ministero dell'Ambiente nel 2002 pari a 186 kg/abitante, a fronte della media UE di 203,7 kg/abitante), e il cui utilizzo ha a valle una forte e diffusa produzione di rifiuti. Come tutti i rifiuti, la carta pone problemi di smaltimento. La carta è però un materiale riciclabile. Come il vetro, infatti, la carta recuperata può essere trattata e riutilizzata come materia seconda per la produzione di nuova carta.

La trasformazione del rifiuto cartaceo (che si definisce carta da macero) in materia prima necessita di varie fasi:

- raccolta e stoccaggio (in questa fase è particolarmente rilevante che le amministrazioni locali richiedano e organizzino la raccolta differenziata dei rifiuti);

- selezione (per separare la fibra utilizzabile dai materiali spuri - spaghi, plastica, metalli
- che normalmente sono incorporati nelle balle di carta da macero);
- sbiancamento (per eliminare gli inchiostri).

A questo punto del ciclo, la cellulosa contenuta nella carta-rifiuto è ritornata ad essere una materia prima, pronta a rientrare nel ciclo di produzione.

I vantaggi ambientali conseguenti a queste pratiche sono notevoli, infatti:

- nelle fabbriche che producono carta per giornali da carta da giornali riciclata non si usa più cellulosa proveniente da alberi;
- il costo della materia prima riciclata è notevolmente più basso di quello della pasta di legno, i relativi scarti possono essere utilizzati come combustibile cogeneratore del vapore necessario al processo di fabbricazione, e la produzione è meno inquinante;
- il riciclaggio riduce la quantità di rifiuti da trattare, i relativi costi di stoccaggio, lo spreco di spazio da destinare allo stoccaggio medesimo, l'inquinamento da incenerimento, e ovviamente il consumo di alberi vivi (anche se gli alberi impiegati per la produzione della carta provengono da vivai a coltivazione programmata dove vengono periodicamente tagliati e ripiantati).

2.4.3 EVA E PARTI PLASTICHE

L'EVA è un copolimero di polietilene ed acetato di vinile. È flessibile, elastico, resistente agli urti e non contiene plastificanti, né altri additivi. L'EVA è usato laddove si richiedano flessibilità, elasticità, resistenza dielettrica, robustezza e compatibilità. L'EVA e le materie plastiche sono entrambi polimeri che possono essere riciclati attraverso due meccanismi di riciclo che consistono in una tipologia di tipo eterogeneo ed una tipologia di tipo omogeneo. Il riciclo eterogeneo viene effettuato attraverso la lavorazione di un materiale misto contenente PE, PP, PS, PVC (film in PE alta e bassa densità, film in PP, taniche, vaschette, big-bags, barattoli, reggette e retine). In questo materiale eterogeneo possono essere presenti, anche se in quantità minime, PET, inerti, altri materiali e metalli. In questo processo vi è una prima separazione morfologica e dimensionale seguita da una magnetica per separare eventuali frazioni estranee che potrebbero creare problemi in fase di lavorazione. Queste tre separazioni vengono eseguite in base alla lavorazione e al prodotto che si vuole realizzare.

Successivamente il riciclo procede secondo tre fasi:

- triturazione, frantumazione grossolana del materiale;
- densificazione;
- estrusione.

In base alla lavorazione e al prodotto che si vuole ottenere, si potranno eseguire tutte le fasi o solamente in parte: ad esempio si potrà tritare il materiale e successivamente densificarlo oppure, una volta tritato il materiale può essere direttamente estruso. Le difficoltà presenti nel riciclo eterogeneo sono legate alle differenti temperature di lavorazione dei polimeri miscelati. Questo problema esclude la possibilità d'impiego di plastiche eterogenee per la realizzazione di prodotti di forma complessa e che presentano spessori minimi. Con particolare riferimento al riciclo omogeneo di polimeri termoplastici il riciclatore dovrà accertarsi che nel polimero da trattare non siano presenti altri polimeri, materiali inerti, cariche o additivi in quantità tale da pregiudicare la processabilità. Successivamente alla fase di raccolta, e separazione da altri materiali, la plastica viene accuratamente selezionata per tipologia di polimero. Le metodologie di separazione sono diverse:

- Separazione magnetica
- Separazione per flottazione
- Separazione per densità e galleggiamento
- Separazione per proprietà aerodinamiche
- Setaccio tramite soffio d'aria
- Separazione elettrostatica

Una volta separati, i diversi polimeri vengono avviati alle fasi successive.

2.4.4 VETRO

Il vetro sarà sottoposto a diversi trattamenti per allontanare le quantità, anche rilevanti, di impurità che contiene (plastica, materiali ceramici, materiali metallici ferrosi e non). Ciò si può fare con sistemi diversi, in parte manuali, ma sempre più automatizzati. Nella prima fase vengono allontanati i corpi estranei di dimensioni relativamente grandi che verranno allontanati; successivamente un lavaggio con acqua provvederà ad eliminare sostanze diverse (sughero, plastica, terra, ecc.).

Mediante dispositivi magnetici vengono allontanati parte dei materiali metallici: quelli non metallici si eliminano, almeno in parte, manualmente.

Il prodotto vetroso viene quindi macinato e sottoposto a vagliatura (per trattenere le parti estranee non sminuzzate), ad aspirazione con aria (per allontanare le impurità leggere), ad ulteriore deferrizzazione (per trattenere su magneti i componenti ferrosi) e con metal detector (per separare quelli non magnetici).

Dopo questi trattamenti, che possono essere ripetuti più volte, avviene il processo di frantumazione; dopodiché viene mescolato al materiale grezzo, quindi inviato ai forni di fusione per ottenere pasta di vetro che servirà per produrre nuovi oggetti in vetro. Non esistono limitazioni nel suo impiego, ma l'aumento dei quantitativi utilizzati nell'industria vetraria dipende strettamente dalla qualità del rottame.

2.4.5 ALLUMINIO

La produzione dell'alluminio primario è ad alta intensità energetica perché notevole è il consumo di energia legato al processo di separazione per elettrolisi; per questa ragione l'industria dell'alluminio ha compiuto nel tempo numerosi sforzi orientati, da una parte, alla prevenzione e al miglioramento dell'efficienza produttiva e delle performance ambientali dei propri processi di produzione e dall'altra, al recupero e al riciclo dei rottami.

Sono state progressivamente avviate attività di prevenzione finalizzate alla riduzione della quantità di materia prima impiegata, in particolare la riduzione degli spessori nel comparto degli imballaggi in alluminio ha portato ad un sensibile calo in peso della materia impiegata.

Per ragioni tecniche, economiche ed ambientali, l'opzione del riciclo è sempre stata, fin dalla prima commercializzazione dei prodotti in alluminio, parte integrante della strategia produttiva dell'industria dell'alluminio stesso. Il riciclo dell'alluminio contribuisce alla razionalizzazione del consumo di risorse come il silicio, il rame, il magnesio, il manganese e lo zinco.

La qualità dell'alluminio non è alterata dal processo di riciclo che può avvenire infinite volte con un risparmio di energia pari al 95% di quella impiegata per produrre alluminio a partire dalla materia prima.

La produzione mediante rifusione dei rottami recuperati richiede, infatti, solo il 5% dell'energia che viene impiegata nella produzione primaria.

L'alluminio riciclato viene utilizzato per molteplici applicazioni, dai trasporti (auto, biciclette, treni, motoveicoli) ai casalinghi (caffettiere, tavoli, sedute, librerie), dall'edilizia (serramenti, rifiniture, porte) agli imballaggi (lattine, vaschette, bombolette, film).

2.4.6 CELLE FOTOVOLTAICHE

Le celle invece vengono trattate in modo chimico per renderle pulite dai metalli e dai trattamenti sia di antiriflesso che dopanti. Si riottengono così delle strutture denominate "wafer" che possono costituire nuovamente la materia prima per nuovi moduli previo debito trattamento. Le celle che accidentalmente dovessero rompersi invece vengono riciclate nei processi di produzione dei lingotti di silicio.

Al termine della vita utile dell'impianto, in definitiva, i pannelli potranno essere smaltiti con la tecnologia sin qui esposta; è presumibile però che detta tecnologia risulterà sicuramente migliorata e resa più efficace negli anni a venire.

2.4.7 RECUPERO LOCALE TECNICO PREFABBRICATO

La cabina dedicata all'alloggiamento delle apparecchiature elettriche sarà costituita da monoblocchi prefabbricati con struttura monolitica autoportante senza giunti di unione tra le pareti e tra queste ed il fondo realizzato in calcestruzzo alleggerito con argilla espansa.

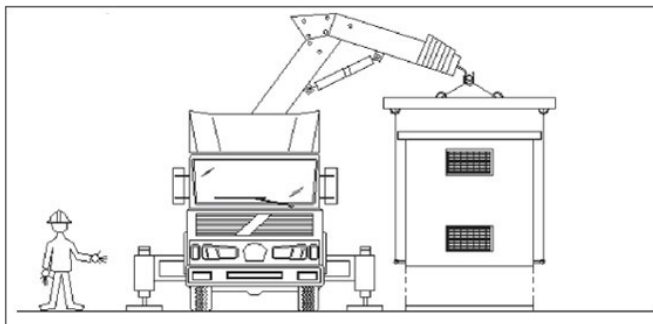
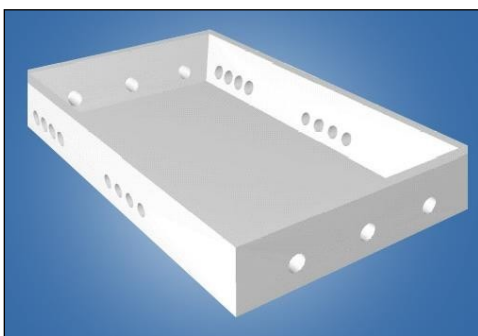
Le pareti del monoblocco hanno uno spessore di 10 cm.

Il tetto del monoblocco è realizzato a parte, sempre con cls armato alleggerito. Dopo essere stato impermeabilizzato con uno strato di guaina bituminosa ardesiata dello spessore di 4 mm, viene appoggiato sulle pareti verticali consentendo pertanto lo scorrimento dello stesso per effetto delle escursioni termiche.

La conformazione del tetto è tale da assicurare un normale deflusso delle acque meteoriche, per tale motivo non sono previsti tubi di gronda all'esterno e/o all'interno del monoblocco.

Il locale tecnico verrà portato in loco e verrà posizionato su di una vasca di fondazione della tipologia illustrata nella figura sottostante dell'altezza di circa 60 cm. Si precisa che per il posizionamento del locale non è necessaria la realizzazione di fondazioni in c.a. in quanto lo stesso viene alloggiato nel terreno, previo scavo di fondazione di circa 60-70 cm sul quale verrà steso un letto di misto granulometrico stabilizzato per uno spessore di circa cm 10/20 che assolve ad una funzione livellante.

2.4.8 VASCA DI FONDAZIONE



Le caratteristiche della cabina monoblocco consentono la recuperabilità integrale del manufatto con possibilità di poterla spostare e riutilizzare in altro luogo.

2.4.9 SMALTIMENTO DELLE SOLETTE IN CALCESTRUZZO

Per quanto concerne l'eliminazione delle strutture in calcestruzzo, nel progetto in esame essa concerne esclusivamente alla realizzazione di soletta/piano di sottofondo su cui appoggiare la vasca di fondazione della cabina.

Per lo smaltimento sarà effettuato uno scavo attorno al piano (base) di calcestruzzo per agevolare l'operazione successiva che consiste nella riduzione della fondazione superficiale in blocchi di cls mediante l'utilizzo di un martellone pneumatico. Tali blocchi verranno caricati su automezzi che trasporteranno le macerie presso impianti specializzati nel recupero del calcestruzzo. In tali impianti avverrà una frantumazione primaria mediante mezzi cingolati, che consentirà la riduzione in parti più piccole del 95% del calcestruzzo; una frantumazione secondaria seguirà per mezzo di un frantoio mobile, impianto utilizzato per la riduzione volumetrica del materiale. Questo permetterà di suddividere al 100% il calcestruzzo dal ferro di armatura (rete elettrosaldata). Il ferro delle reti verrà recuperato e portato in fonderia mentre il calcestruzzo frantumato potrà essere utilizzato come materiale di riporto o inerte per la realizzazione di sottofondi, massetti e per altre varie applicazioni edilizie.

2.4.10 SMALTIMENTO CAVI ELETTRICI ED APPARECCHIATURE ELETTRONICHE

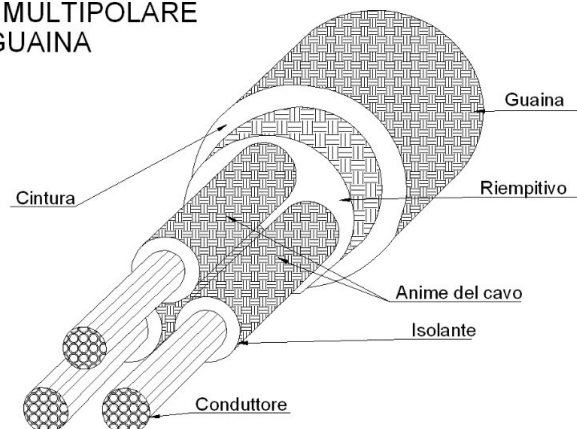
Con la denominazione di cavo elettrico si intende indicare un conduttore uniformemente isolato oppure un insieme di più conduttori isolati, ciascuno rispetto agli altri e verso l'esterno, e riuniti in un unico complesso provvisto di rivestimento protettivo.

Il cavo risulta costituito quindi da più parti e precisamente:

- La parte metallica (il rame o altro conduttore) destinata a condurre corrente, costituita da un filo unico o da più fili intrecciati tra di loro e il conduttore vero e proprio.
- Il conduttore è circondato da uno strato di materiale isolante che è formato dalla miscela di materiali opportunamente, scelti, dosati e sottoposti a trattamenti termici e tecnologici vari.
- L'insieme del conduttore e del relativo isolamento costituisce l'anima del cavo.

- Un cavo può essere formato da più anime. L'involucro isolante applicato sull'insieme delle anime è denominato cintura.
- La guaina, che può essere rinforzata con elementi metallici, e il rivestimento tubolare continuo avente funzione protettiva delle anime del cavo. La guaina in generale è sempre di materiale isolante.
- Talvolta i cavi sono dotati anche di un rivestimento protettivo avente una funzione di protezione meccanica o chimica come, ad esempio, una fasciatura o una armatura flessibile di tipo metallico o non metallico.

CAVO MULTIPOLARE CON GUAINA



In tutti i loro componenti, i cavi elettrici sono composti in definitiva da plastica e rame. Il riciclaggio dei cavi elettrici viene dall'esigenza di smaltire e riutilizzare materiali che altrimenti sarebbero dannosi per l'ambiente e costosi nell'approvvigionamento. Il riciclaggio di questi componenti coinciderà con il riciclaggio della plastica e del metallo. Da un punto di vista pratico la separazione tra i diversi materiali avviene attraverso il loro passaggio in alcuni macchinari separatori. Tali macchinari separatori utilizzano la tecnologia della separazione ad aria e sono progettati appositamente per il recupero del rame dai cavi elettrici. Sfruttando la differenza di peso specifico dei diversi materiali costituenti la struttura del cavo si può separare il rame dalla plastica e dagli altri materiali.



Macchinari simili saranno utilizzati anche per lo smaltimento delle apparecchiature elettroniche quali inverter, trasformatori, quadri elettrici. Il trattamento dei rifiuti da apparecchiature elettriche (RAEE) ed elettroniche è svolto in centri adeguatamente attrezzati, autorizzati alla gestione dei rifiuti ed adeguati al "Decreto RAEE", sfruttando le migliori tecniche disponibili. Le attività di trattamento prevedono varie fasi, indicativamente:

- messa in sicurezza o bonifica, ovvero asportazione dei componenti pericolosi;
- smontaggio dei sotto-assiemi e separazione preliminare dei materiali;
- lavorazione meccanica per il recupero dei materiali.

L'attività di reimpiego delle apparecchiature dopo test di funzionamento è un'opzione prevista della normativa sui RAEE ma non esiste una normativa sulle apparecchiature immesse nuovamente sul mercato.

2.4.11 RECUPERO RECINZIONE

Lungo il perimetro dell'area d'intervento sarà realizzata una recinzione perimetrale per una lunghezza complessiva di circa 715 m; tale recinzione sarà costituita da rete a maglia metallica, sostenuta da paletti in ferro con passo 2,5 m infissi nel terreno, compresi i fili di tensione e legatura plastificati.

Al termine della vita utile dell'impianto fotovoltaico, qualora la recinzione non debba più assolvere alla funzione di protezione dell'area che circonda, sarà smantellata e i suoi materiali costituenti seguiranno i processi classici di riciclo precedentemente esposti.

2.5 Stima di spesa e quadro economico

A seguire sono elencati e dettagliati i singoli costi appartenenti a ciascuna voce, i cui valori, ove disponibili, derivano dal Prezziario Regionale delle Opere Pubbliche e di Difesa del Suolo della Regione Emilia-Romagna (aggiornamento anno 2026). Per le altre voci si sono presi a riferimento i valori secondo prezzi medi di mercato.

Costi di smaltimento derivanti dai materiali costituenti rifiuti

Codice CER	Quantità [t]	Costo unitario [€/t]	Costo [€]	Note
16 02 14 16 02 16	802,75	120,00	96.329,52	Comprende: - n.19.980 moduli (totale 755,24 t) - 46 inverter di stringa (5,15 t) - n.3 trafo da 3150 kVA (21,0 t) - n.1 trafo da 2500 kVA (5,95 t) - n.2 trafo da 2000 kVA (9,7 t) - celle MT protezione trafo (2,0 t) - quadri BT di parallelo e ausiliari (3,5 t) - accessori e componenti (0,2 t)
16 02 13	0,12	500,00	60,00	Comprende: - n.6 UPS on line da 1000 VA
17 01 01	22,5	18,20	409,50	Comprende: - pozzetti ispezione 60x60 cm senza fondo con chiusura - pozzetti ispezione 80x80 cm senza fondo con chiusura - pozzetti ispezione 100x100 cm senza fondo con chiusura
17 02 03	3,1	22,00	69,28	Comprende: - corrugati in PEAD (diametri da 75 a 160 mm)
17 04 01	79,5	0,00	0,00	Comprende: - corda rame nudo 35 mmq + barre collettori Componente nobile e quindi valorizzabile su mercato. Viene attribuito comunque valore nullo
17 04 05	-	0,00	0,00	Comprende: - sottostruttura in acciaio dei moduli + rete recinzione rete + dispersori in acciaio per messa a terra Componente nobile e quindi valorizzabile su mercato. Viene attribuito comunque valore nullo
17 04 11	10,6	0,00	0,00	Comprende: - cavi elettrici H1Z2Z2 sez.6 mmq (BT) - cavi elettrici FG16(O)R sezioni varie (BT) - cavi elettrici RG16H1R12 sezioni varie (MT) - cavi schermati trasmissione dati Componente nobile e quindi valorizzabile su mercato. Viene attribuito comunque valore nullo
17 05 04	124,16	10,00	1.240,00	Comprende: - terra da scavo recuperabile (scavi per ripristino corrugati)
17 09 04	58,2	185,00	10.767,00	Comprende:

				- magrone per vasca di fondazione cabina (locale utente) - magrone per vasca di fondazione locali tecnici
Totale	1.105,26	-	108.876,31	

Costi per lavori di ripristino

1. Manodopera per smontaggio e rimozione componenti elettro-meccanici

Descrizione attività	N° lavoratori	Giorni di lavoro [gg]	Ore lavoro [h/gg]	Costo unitario* [€/h]	Costo [€]
Smontaggio, rimozione moduli e pallettizzo e inverter	10	14	8	26,39	29.556,80
Smontaggio e rimozione strutture	10	4	8	26,39	8.444,80
Rimozione piano di appoggio cabine	10	1	8	26,39	2.111,20
Disconnessione e sfilaggio cavi, rimozione cavidotti e rete di messa a terra	10	5	8	26,39	10.556,00
Rimozione di materiale elettrico all'interno del locale tecnico e rimozione del locale stesso	10	1	8	26,39	2.111,20
Rimozione della recinzione perimetrale	10	8	8	26,39	16.889,60
Rimozione dei corrugati interrati e dei pozzetti di ispezione	10	5	8	26,39	10.556,00
Tot.					80.225,60 €

*Considerato il costo di un operaio comune

2. Scavi e reinterri

Descrizione attività	Quantità [mc]	Costo unitario [€/mc]	Costo [€]
Scavo a sezione obbligata con mezzo meccanico (larghezza 80 cm e profondità 1,5 m) per recupero corrugati elettrici, rete di messa a terra, tubazioni	5557,5	6,97	38.735,78
Reinterro con materiale di risulta da scavo, compreso costipamento	5557,5	5,22	29.010,15
Scavo di buche e fosse a sezione ampia con mezzo meccanico compreso ritombamento	3676	5,36	19.703,36
Tot.			87.449,29 €

3. Demolizioni e disfacimenti

Descrizione attività	Quantità		Costo unitario		Costo [€]
	[mc]	[mq]	[€/mc]	[€/mq]	
Demolizione di edificio (locale tecnico) con mezzo meccanico, esclusa fondazione	-	-	23,94	-	-
Rimozione di serramenti in ferro o legno, rimozione del telaio (serramenti locale tecnico)	-	-	-	23,13	-
Disfacimento di tetto del locale tecnico, compresa rimozione del manto di copertura, dei canali di gronda, tubi pluviali, orditura e quant'altro fissato su di esso	-	-	-	32,0	-
Disfacimento di pavimentazione, sottofondi vari di ogni tipo e spessore fino all'estradosso (platee locali tecnici e locale utente)	-	35,15	-	4,35	935,90
Rimozione di cancello ingresso e deposito dei materiali in cantiere	-	24	-	12,0	288,0
Tot.					1.223,90 €

4. Nolo a freddo/a caldo mezzi e attrezzature di cantiere accessorie

Mezzo/attrezzatura (nolo a freddo)	Quantità [-]	Giorni necessari [gg]	Costo unitario [€/gg]	Costo [€]
Mini-escavatore cingolato da 50 CV (6 t)	2	30	138,00	4.140,00
Martello demolitore per escavatore	1	10	110,00	1.100,00
Pala cingolata da 100 CV con benna	1	24	150,00	3.600,00
Sollevatore telescopico fisso (port. Max. 2500 kg)	1	40	120,00	4.800,00
Camion gru	1	10	160,00	1.600,0
Mezzo/attrezzatura (nolo a caldo)	Quantità [-]	Ore necessarie [h]	Costo unitario [€/h]	Costo [€]
Autocarro con pianale per trasporto macchine operatrici, portata max. 30,00 t, con autista	1	10	88	880,0
Tot.				16.120,00

All'interno di questa voce non si comprendono gli autocarri, in quanto già inclusi nella voce dei costi di trasporto per smaltimento materiali di rifiuto.

Pertanto, ne risulta che il costo complessivo per lavori di ripristino è di: **185.018,79 €**.

Ad ogni modo, al termine della vita utile (al 25/30esimo anno di esercizio) dell'impianto fotovoltaico si valuterà lo stato di efficienza dei componenti e si stabilirà se procedere alla dismissione o meno.

Costi per opere di recupero ambientale

Costi ed opere di recupero ambientale

Descrizione attività	Giorni di lavoro	Ore lavoro	Costo unitario	Costo
	[gg]	[h/gg]	[€/h]	[€]
Spianamento superficiale del terreno mediante movimento terra a compenso tra sterro e riporto, con l'impiego di trattore	5	8	85,48	3.419,2,00
Livello del terreno onde portarlo ai giusti livelli per il deflusso delle acque	5	8	85,48	3.419,2,00
	Quantità	Costo unitario		Costo
	[mc]	[€/mc]		[€]
Fornitura terra da coltivo	2.500	12,60		31.500,00
Riporto di terra da coltivo selezionata scevra da sassi (area locale tecnico, ingresso e punti necessari)	250	14,50		3.625,00
Tot.				41.963,40 €

Pertanto, ne risulta che il costo complessivo per opere di recupero ambientale è di: **41.963,40 €**.

Il costo complessivo delle opere di dismissione e ripristino dell'intero impianto è pari a **335.858,50 €**

3 Conclusioni

Gli impianti fotovoltaici, durante il loro funzionamento, non producono né emissioni chimico-fisiche che possano recare danni al terreno e alle acque superficiali e profonde, né sostanze inquinanti e gas serra. Inoltre, il tipo di apparecchiature elettriche impiegate consente di contenere entro livelli trascurabili i potenziali disturbi derivanti dalla propagazione di campi elettromagnetici associati alla produzione ed al trasporto di energia elettrica, gli effetti estetico-percettivi sul paesaggio naturale o costruito nonché quelli derivanti dalla sottrazione di aree naturali.

Un indicatore importante che mette in evidenza gli effetti positivi della fonte fotovoltaica è senza dubbio il ritorno energetico sull'investimento energetico, più comunemente noto come EROEI (o EROI), acronimo inglese di Energy Returned On Energy Invested (o Energy Return On Investment) ovvero energia ricavata su energia consumata; l'EROEI è un coefficiente che riferito a una data fonte di energia ne indica la sua convenienza in termini di resa energetica. Qualsiasi fonte di energia richiede una certa quantità di energia investita da considerarsi come congelata nella fonte di energia stessa (per la costruzione ed il mantenimento degli impianti); è proprio questa la quantità che l'EROEI cerca di valutare.

Da un punto di vista matematico, l'EROEI è il rapporto tra l'energia ricavata e tutta l'energia spesa per arrivare al suo ottenimento. Ne risulta che una fonte energetica con un EROEI inferiore ad 1 sia energeticamente in perdita. Fonti energetiche che presentano un EROEI minore di 1 non possono essere considerate fonti primarie di energia poiché per il loro sfruttamento si spende più energia di quanta se ne ricavi.

Fonte primaria o secondaria	Min	Max
Fonti energetiche esauribili		
Petrolio	5	15
Metano	8	20
Carbone	2	17
Nucleare	1	20
Sabbie bituminose	1	1,5
Fonti energetiche rinnovabili		
Idroelettrico	30	100
Eolico	10	80
Geotermico	2	13
Fotovoltaico	3	60
Termosolare riscaldamento	30	200
Solare termodinamico	10	20
Biomasse solide	3	27
Impianti biogas	10	20
Energia dalle onde, dalle maree e correnti marine	2	10

Tabella 1- Fonte: Aspoitalia, Enitecnologie, EROEI.com

Da questa tabella si evince chiaramente come la fonte fotovoltaica costituisca una modalità per la produzione di energia elettrica che produce energia dalle 3 alle 60 volte in più rispetto a quella utilizzata per la costruzione dell'impianto.

In questo quadro, peraltro, corre l'obbligo di rimarcare non solo i benefici effetti dell'intervento a livello globale in termini di riduzione delle emissioni atmosferiche da fonti energetiche non rinnovabili ma anche le positive ricadute socioeconomiche a livello locale delle zone interne della provincia di Piacenza.

Per quanto sopra riportato, l'intervento relativo alla realizzazione dell'impianto "Agrivoltaico Casella – 14.49MW", grazie alla tecnologia impiegata ed alle scelte adottate in fase di progettazione (scelta di fondazioni e cabine prefabbricate...) si può considerare di tipo non invasivo, per la possibilità di ripristinare perfettamente lo stato dei luoghi senza compromettere la fertilità del suolo a seguito della dismissione dell'impianto.

Erbusco (BS), 10/06/2026

II



Tecnico