



MINISTERO DELLA
TRANSAZIONE
ECOLOGICA



REGIONE DEL VENETO

REGIONE
VENETO



COMUNE
DI
ROVIGO

CORTE SAN MARCO

PROGETTO AGROVOLTAICO DA 49.004,28 kWp



PRESENTAZIONE V.I.A. STATALE PROGETTO DEFINITIVO



Elaborato:		Oggetto:		Project Manager	
REL. N		PIANO DI DEMOLIZIONE, SMALTIMENTO E MESSA IN PRISTINO		Ing. Giovanni Cis Tel. +39 349 0737323 giovanni.cis@ingpec.eu	
Studio Ambientale eambiente Tel. +39 041-5093820 www.eambientegroup.com info@eambientegroup.com		Studio Agronomico Sea Tuscia Srl SPIN OFF ACCADEMICO DELL'UNIVERSITA' DELLA TUSCIA Seatuscia.com info@seatuscia.com		Studio Geologico & Idraulico SIGEO S.a.s. Tel. +39 0425 4125542 www.sigeo.info amministrazione@sigeo.info	
Progettazione Elettromeccanica S.T.E. Energy S.r.l. Via Sorio 120 - Padova (PD) Tel. +39 049 29 63 900 info@ste-energy.com		Relazione previsionale di impatto acustico Ing. Francesco Tegazzin SIC Studio Tel. +39 340 5860281 info@sicstudio.it		EPC AIEM Group S.r.l. Tel. +39 0425 471055 www.aiemgroup.com info@aiemgroup.com	
Logistica & Coordinamento Ing. Giuseppe Romani Tel. 333 3009991 ing.gromani@gmail.com		Calcoli Strutturali Ing. Stefano Baldo Tel. 349 4422244 ing.stefanobaldo@gmail.com			
Rev.	Data	Oggetto della revisione	Elaborazione	Verifica	Approvazione
00	Dicembre 2021	Emissione per progetto definitivo	Mihai Bondac	Ing. Giuseppe Romani	Ing. Giovanni Cis
Formato:	A4	Società proponente		AGROVOLTAICA S.r.l. Via Filippi, 21 - 45021 Badia Polesine (RO) P.IVA: 01601730292 - www.agrovoltaica.it	
SCALA					



AGROVOLTAICA™



AGROVOLTAICA™

Sommario

1. PRESENTAZIONE.....	7
2. QUADRO NORMATIVO.....	10
2.1. Riferimenti Normativi	10
2.2. Indirizzi Normativi	11
3. SEZIONE I – Parte Generale.....	15
3.1. Descrizione dello stato dei luoghi prima della realizzazione dell’impianto	15
3.2. Documentazione fotografica e cartografica prima della realizzazione dell’impianto	17
3.3. Descrizione delle opere costituenti il nuovo impianto fotovoltaico	20
3.3.1. Sistemazione idraulica dell’area.....	22
3.3.2. Recinzione e viabilità dell’impianto.....	23
3.3.3. Moduli fotovoltaici e strutture di sostegno.....	24
3.3.4. Cabina BT/MT e box di controllo impianto di illuminazione e videosorveglianza	26
3.3.5. Rete BT di connessione moduli/cabine	28
3.1 . Impianto di illuminazione , videosorveglianza e box di controllo impianto	29
3.3.6. Rete MT di connessione cabine/stazione produttore	30
3.3.7. Stazione MT/AT del produttore	30
3.3.8. Rete AT di connessione stazione produttore/ stazione RTN	32
3.3.9. Opere di mitigazione ambientale.....	33
3.3.10. Accessibilità alle aree dell’impianto.....	35
3.4. Elencazione dei terreni interessati	37
3.5. Documentazione fotografica aggiornata.....	38
3.6. Tempi.....	40
4. SEZIONE II – Ripristino dei Luoghi	41
4.1. Descrizione generale degli interventi	41
4.2. Criteri per la messa in pristino dello stato dei luoghi	47
4.3. Criteri di deroga alla dismissione di alcuni elementi di impianto	48
4.4. Tipologie di materiali presenti nel sito	48



AGROVOLTAICA™

4.5.	Modalità di rimozione e smaltimento o recupero del materiale	50
5	Impianto di Accumulo: Riciclo, riuso e second life delle batterie litio-ione.....	52
5.1	INTRODUZIONE	52
5.1.1	Premessa	52
5.1.2	Impatto ambientale, economico e sociale	52
5.2	RESPONSABILITÀ FINE VITA NUOVO PRODOTTO	53
5.2.1	La Extended producer responsibility (EPR).....	53
5.2.2	La Direttiva Comunitaria 2006/66/EC	55
5.3	LA SECOND LIFE DELLE BATTERIE	56
5.3.1	Valutazione dello stato di salute delle batterie al litio ione.....	56
5.3.2	Dal ricondizionamento alle smart grid	57
5.4	RICICLO E PROCESSI DI RECUPERO DEI MATERIALI	60
5.4.1	Fasi del processo di riciclo	60
5.4.2	Preparazione.....	61
5.4.3	Pretrattamento.....	61
5.4.4	Processamento	63
5.4.5	Metallurgia	64
6	Stima di spesa e quadro economico.....	67
6.1	Elaborati grafici.....	71

BIBLIOGRAFIA parte BESS

a cura di Caterina D'Anna e Jusef Hassoun

Università degli Studi di Ferrara, Dipartimento di Scienze Chimiche e Farmaceutiche, Laboratorio Elettrochimica ed Accumulo Energia

[1] A. Chagnes, Chapter 2 – Fundamentals in Electrochemistry and Hydrometallurgy, in: A. Chagnes, J. Światowska (Eds.) Lithium Process Chemistry, Elsevier, Amsterdam, 2015, pp. 41-80.



[2] P. Christmann, E. Gloaguen, J.-F. Labbé, J. Melleton, P. Piantone, Chapter 1 – Global Lithium Resources and Sustainability Issues, in: A. Chagnes, J. Światowska (Eds.) Lithium Process Chemistry, Elsevier, Amsterdam, 2015, pp. 1-40.

[3] M.R. Mancini, S. Frangini, Recupero di componenti da batterie al litio-ione esauste: processo eco-sostenibile e innovativo, in, Accordo di Programma Ministero dello Sviluppo Economico – ENEA, Report RdS/PAR2014/184, 2015.

[4] B.G. Survey, World mineral production 2008-2012 centenary edition, British Geological Survey, Keyworth, Nottingham, United Kingdom, 2014.

[5] P. Meshram, B.D. Pandey, T.R. Mankhand, Extraction of lithium from primary and secondary sources by pre-treatment, leaching and separation: A comprehensive review, Hydrometallurgy, 150 (2014) 192-208.

[6] R. Schmuch, R. Wagner, G. Hörpel, T. Placke, M. Winter, Performance and cost of materials for lithium-based rechargeable automotive batteries, Nature Energy, 3 (2018) 267-278.

[7] OECD, Extended Producer Responsibility: A Guidance Manual for Governments, OECD Publishing, 2001.

[8] N. Kunz, K. Mayers, L.N.V. Wassenhove, Stakeholder Views on Extended Producer Responsibility and the Circular Economy, California Management Review, 60 (2018) 45 – 70.

[9] M. Pasquali, F. Vellucci, Second Life, approfondimento sullo studio dei criteri di ritiro delle celle, in, Accordo di Programma Ministero dello Sviluppo Economico – ENEA, Report RdS/PAR2016/164, 2017.



[10] D. Deng, Li-ion batteries: basics, progress, and challenges, *Energy Science & Engineering*, 3 (2015) 385-418.

[11] Linklaters, Powering the future Commercial opportunities and legal developments across the EV batteries lifecycle, in, 2019.

[12] L.C. Casals, B. Amante García, C. Canal, Second life batteries lifespan: Rest of useful life and environmental analysis, *Journal of Environmental Management*, 232 (2019) 354-363.

[13] L.C. Casals, B.A. García, Assessing Electric Vehicles Battery Second Life Remanufacture and Management, *Journal of Green Engineering*, 6 (2016) 77-98.

[14] D. Werner, U.A. Peuker, T. Mütze, Recycling Chain for Spent Lithium-Ion Batteries, *Metals*, 10 (2020) 316.

[15] H. Pinegar, Y.R. Smith, Recycling of End-of-Life Lithium-Ion Batteries, Part II: Laboratory-Scale Research Developments in Mechanical, Thermal, and Leaching Treatments, *Journal of Sustainable Metallurgy*, 6 (2020) 142-160.

[16] P. Meshram, B.D. Pandey, T.R. Mankhand, Extraction of lithium from primary and secondary sources by pre-treatment, leaching and separation: A comprehensive review, *Hydrometallurgy*, 150 (2014) 192-208.

[17] G. Harper, R. Sommerville, E. Kendrick, L. Driscoll, P. Slater, R. Stolkin, A. Walton, P. Christensen, O. Heidrich, S. Lambert, A. Abbott, K. Ryder, L. Gaines, P. Anderson, Recycling lithium-ion batteries from electric vehicles, *Nature*, 575 (2019) 75-86



AGROVOLTAICA™

[18] S. Zhao, W. He, G. Li, Recycling Technology and Principle of Spent Lithium-Ion Battery, in: L. An (Ed.) Recycling of Spent Lithium-Ion Batteries: Processing Methods and Environmental Impacts, Springer International Publishing, Cham, 2019, pp. 1-26.

[19] D. De Angelis, Rapporto sugli aspetti ambientali rilevanti dei nuovi processi di tipo idrometallurgico per il recupero di materiali da batterie al litio a fine vita, in, Accordo di Programma Ministero dello Sviluppo Economico – ENEA, Report RdS/PAR2013/198, 2014.



AGROVOLTAICA™

1. PRESENTAZIONE

Il presente Piano di Dismissione e Ripristino è riferito solo all'impianto fotovoltaico della potenza nominale di 49.004,28 kWp installato al suolo nell'azienda agricola "Corte San Marco" ubicata nel Comune di Rovigo.

Nel presente piano non sono conteggiati i costi della dismissione delle batterie del sistema BESS perché in base alla Direttiva Comunitaria 2006/66/EC il fine vita delle batterie prodotte e immesse nel mercato UE è regolato dalla direttiva comunitaria 2006/66/EC che mira in primo luogo a ridurre al minimo l'impatto negativo di tali dispositivi e dei loro rifiuti, nonché ad armonizzare i requisiti relativi al contenuto di metalli pesanti e all'etichettatura di pile e accumulatori (cfr. Preambolo e Art. 1). L'articolo 8 della Direttiva fornisce indicazioni affinché siano predisposti adeguati sistemi di raccolta che consentano agli utilizzatori finali (ossia i consumatori) di disfarsi dei rifiuti di pile o accumulatori in punti di raccolta loro accessibili nelle vicinanze, tenuto conto della densità della popolazione, a costo zero e senza obbligo di acquisto di una nuova batteria o accumulatore (art. 8.1). All'articolo 10 della Direttiva vengono stabiliti obiettivi minimi di raccolta differenziata. Produttori (o dei terzi che agiscono per loro conto, PRO) dovrebbero istituire sistemi che utilizzino le migliori tecniche disponibili (BAT) per provvedere al trattamento e al riciclo di tali prodotti fuori uso (articolo 13.4). Costi di raccolta, di trattamento e di riciclo di tutti i rifiuti dovrebbero essere a carico dei produttori (articolo 16.1). Altri costi a carico dei produttori dovrebbero essere quelli delle campagne pubbliche d'informazione sulla raccolta e il riciclo di tutti i rifiuti derivanti da pile e accumulatori.

In Italia la direttiva viene recepita con il Decreto Legislativo 188 del 20 novembre 2008 "Attuazione della direttiva 2006/66/CE concernente pile, accumulatori e relativi rifiuti e che abroga la direttiva 91/157/CEE, con cui viene anche istituito il Centro di Coordinamento Nazionale Pile e Accumulatori (CDCNPA) con lo scopo di coordinare le attività dei vari consorzi operanti sul territorio nazionale".

Oltre a indicare le modalità di Dismissione e Ripristino, nel seguito si quantificano economicamente gli oneri di detta attività.



AGROVOLTAICA™

Nella stesura, si sono considerate tutte le norme relative all'operazione in oggetto, gli aspetti tecnici e le operazioni da svolgere, al fine di determinare il costo della dismissione e ripristino dello stato dei luoghi, di cui al decreto ministeriale dello Sviluppo economico del 10.09.2010 recante le "Linee guida per l'autorizzazione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili" punto 113.

Con riferimento alla DGR n.253 del 22.02.2012, a garanzia della dismissione, verrà stipulata un'apposita garanzia fideiussoria in favore della regione Veneto con le modalità descritte dalla DGR stessa.

Il valore delle attività di dismissione e ripristino, che si evince dalla presente relazione, è di 1.322.042,77 €, somma che sarà garantita con fideiussione bancaria o assicurativa in sede di ritiro dell'Autorizzazione Unica.

Detta cifra equivale a circa 26.978,26 € per ogni MW installato.



AGROVOLTAICA™

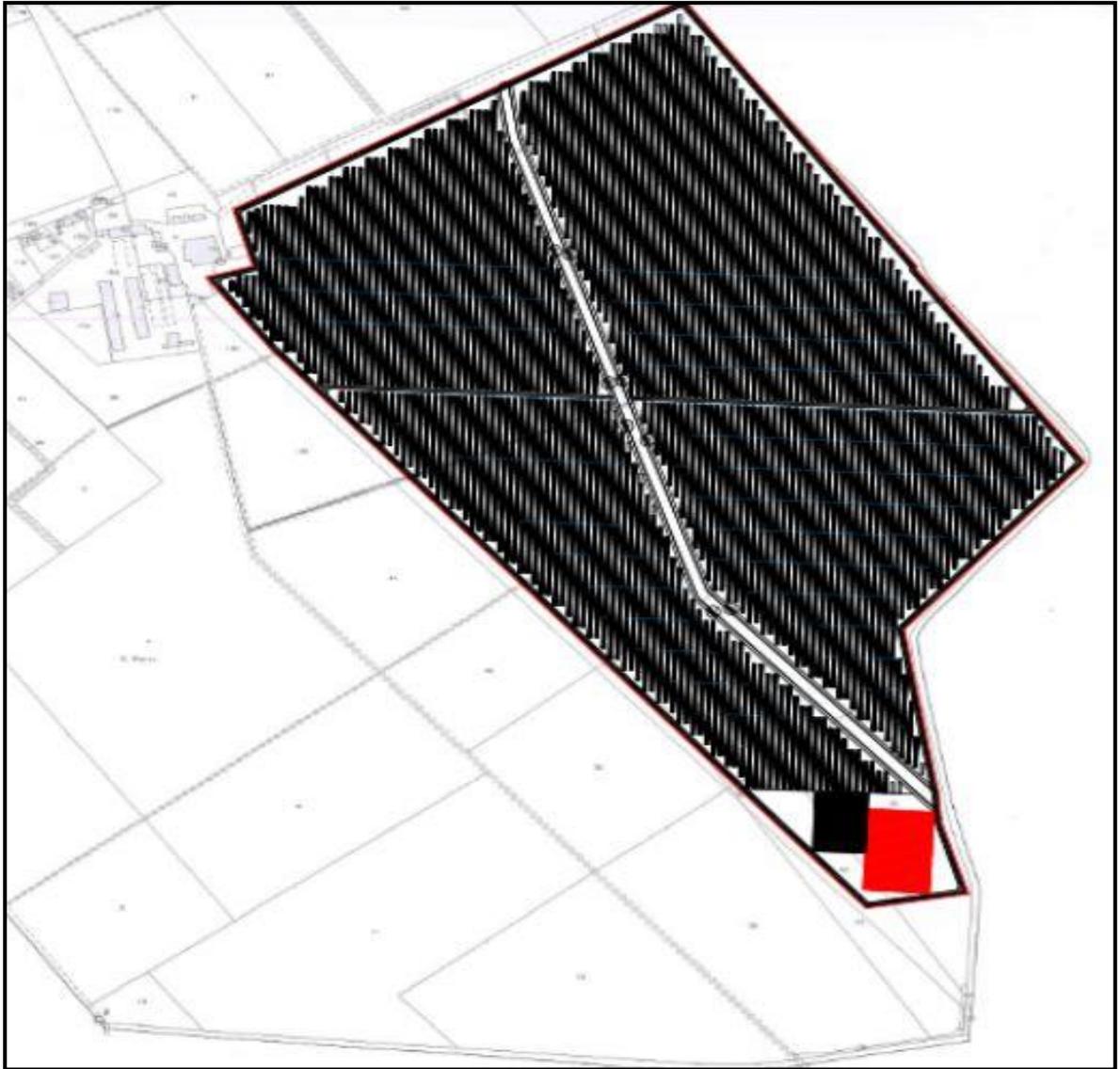


Figura 1 - Planimetria generale di progetto.

2. QUADRO NORMATIVO

2.1. Riferimenti Normativi

Le principali normative cui riferirsi nel pianificare i lavori di dismissione e ripristino dei luoghi, sono essenzialmente le seguenti:

Normativa Nazionale

- D.lgs. n. 387/2003, Art. 12, comma 4;
- D.lgs. 152/2006: “Norme in materia ambientale”; in particolare l’allegato D, parte IV;
- D.M. 10 settembre 2010 “Linee guida per l'autorizzazione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili”, in particolare il punto 13.1, lett. j);
- D.lgs. 49/2014: “Attuazione della direttiva 2012/19/UE sui rifiuti di apparecchiature elettriche ed elettroniche (RAEE)”;
- D.lgs. 221/2015: “Disposizioni in materia ambientale per promuovere misure di green economy e per il contenimento dell’uso eccessivo di risorse naturali”;
- GSE: “Istruzioni Operative per la gestione e lo smaltimento dei pannelli fotovoltaici incentivati”, pubblicate ai sensi dell’art.40 del D.lgs. 49/2014.

Normativa Regionale

- D.G.R. n.453 del 2 marzo 2010;
- D.G.R. n.253 del 22 febbraio 2012 “Autorizzazione degli impianti di produzione di energia, alimentati da fonti rinnovabili (fotovoltaico, eolico, biomassa, biogas, idroelettrico). Garanzia



AGROVOLTAICA™

per l'obbligo alla rimessa in pristino dello stato dei luoghi a carico del soggetto intestatario del titolo abilitativo, a seguito della dismissione dell'impianto”;

- Decreto Dirigenziale nr. 2 del 27 febbraio 2013

In Particolare, il Decreto Dirigenziale 2 del 27 febbraio 2013 fornisce le “Indicazioni operative per la redazione dei Piani di ripristino e per i Piani di reinserimento e recupero ambientale al termine della vita degli impianti per la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile (fotovoltaico, biomassa, biogas, idroelettrico)” (ai sensi della DGRV 253/2012).

2.2. Indirizzi Normativi

L'art. 12 del D.lgs. 387/2003 disciplina il procedimento unico di autorizzazione di impianti per la produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili. Il comma 4, in particolare, prevede che il rilascio dell'autorizzazione unica costituisca titolo a costruire ed esercire l'impianto in conformità al progetto approvato e precisa che la stessa deve contenere l'obbligo, a seguito della dismissione dell'impianto, alla rimessa in pristino dello stato dei luoghi a carico del soggetto titolare dell'autorizzazione.

La Giunta regionale del Veneto, con deliberazione n. 453 del 2 marzo 2010, ha dettato le prime disposizioni in materia di obbligo alla rimessa in pristino dello stato dei luoghi e prestazione di idonea garanzia per gli impianti fotovoltaici ai fini di cautelare l'Amministrazione regionale nel caso di inadempienze del soggetto titolare dell'autorizzazione.

Ai sensi della predetta deliberazione il soggetto autorizzato, prima dell'inizio dei lavori, deve depositare presso il soggetto autorizzante una fideiussione di importo pari alla previsione tecnico-economica delle opere di messa in pristino secondo il progetto approvato.

A livello Nazionale il D.M. 10 settembre 2010 “Linee guida per l'autorizzazione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili” al punto, lett.j), ha disciplinato “l'impegno, alla corresponsione all'atto di avvio dei lavori, di una cauzione a garanzia della esecuzione degli interventi di dismissione e delle opere di messa in pristino, da versare a favore dell'amministrazione precedente mediante fideiussione



AGROVOLTAICA™

bancaria o assicurativa secondo l'importo stabilito in via generale dalle Regioni o dalle Province delegate in proporzione al valore delle opere di rimessa in pristino o delle misure di reinserimento o recupero ambientale". Le suddette Linee guida precisano inoltre che:

- la garanzia è stabilita in favore dell'Amministrazione che sarà tenuta ad eseguire le opere di rimessa in pristino o le misure di reinserimento o recupero ambientale in luogo del soggetto inadempiente;
- tale cauzione deve essere rivalutata sulla base del tasso di inflazione programmata ogni 5 anni.
- le Regioni o le Province delegate, eventualmente avvalendosi delle Agenzie regionali per l'ambiente, possono motivatamente stabilire, nell'ambito della Conferenza dei servizi, differenti soglie e/o importi per la cauzione, parametrati in ragione delle diverse tipologie di impianti e in relazione alla particolare localizzazione dei medesimi.

In questo contesto normativo Nazionale e Regionale, la D.G.R. 253 del 22 febbraio 2012 disciplina in dettaglio le garanzie per la rimessa in pristino dei luoghi al termine della vita degli impianti di produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili, e fornisce lo schema di contratto di cauzione tipo, applicabile a tutti gli impianti per i quali la Regione ha competenza autorizzatoria, in particolare per gli impianti fotovoltaici a terra di potenza maggiore o uguale a 20 kW. La disciplina di tali garanzie, riportate nell'Allegato A, affronta in particolare le seguenti tematiche:

- tipologie di garanzia e momento della presentazione;
- durata ed importo della garanzia;
- dismissione dell'impianto e ripristino del sito alle condizioni originarie;
- inadempimento dell'obbligo di prestazione della garanzia e decadenza del titolo abilitativo;
- procedura di escussione della garanzia in caso di mancata realizzazione delle opere di dismissione e rimessa in pristino.



AGROVOLTAICA™

Con particolare riferimento alla durata, si ritiene opportuno disciplinare le diverse modalità di prestazione di garanzia, sul presupposto, comunque, che la stessa deve sussistere senza soluzione di continuità per tutta la durata di esercizio dell'impianto e fino alla avvenuta rimessa in pristino dei luoghi da parte del soggetto intestatario del titolo abilitativo.

L'eventuale frazionamento in più contratti di garanzia successivi, di durata comunque almeno quinquennale, non deve costituire, infatti, un pregiudizio per l'interesse pubblico. L'oggetto della garanzia, riproposto in ogni quinquennio, deve rimanere quindi il medesimo e corrispondere a tutti gli obblighi derivanti dalla rimessa in pristino dei luoghi o delle misure di reinserimento o recupero ambientale, secondo le modalità previste dal presente "Piano di ripristino", parte integrante del documento autorizzativo che disciplina:

- dismissione e demolizione
- smaltimento
- riciclo
- rimessa in pristino
- analisi dei costi e dei tempi

Per quanto riguarda lo *smaltimento dei moduli fotovoltaici* o delle componenti elettriche ed elettroniche ci si riferisce al D.lgs. n. 49 del 14 marzo 2014, il quale definisce i RAEE: "le apparecchiature elettriche o elettroniche che sono rifiuti ai sensi dell'articolo 183, comma 1, lettera a), del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, inclusi tutti i componenti, sottoinsiemi e materiali di consumo che sono parte integrante del prodotto al momento in cui il detentore si disfi, abbia l'intenzione o l'obbligo di disfarsene".

Secondo il D.lgs. 152/2006 i produttori e gli importatori dei moduli fotovoltaici sono i "produttori del rifiuto". Sono essi quindi a doversi occupare della corretta gestione del fine vita dei prodotti che immettono sul mercato. Per ottemperare a tali obblighi inoltre, secondo il D.lgs. 221/2015 "collegato ambientale", i produttori del RAEE devono aderire ad un consorzio dotato di un'adeguata struttura



AGROVOLTAICA™

operativa e TRUST autorizzato, in cui versare una quota finanziaria (eco contributo) come garanzia per il finanziamento dello smaltimento dei moduli a fine vita.



AGROVOLTAICA™

3. SEZIONE I – Parte Generale

3.1. Descrizione dello stato dei luoghi prima della realizzazione dell'impianto

L'area dove insiste il parco fotovoltaico è situata a nord - est del centro storico di Rovigo in un'area agricola isolata.

Complessivamente l'area copre una superficie di circa 66 ha e risulta attualmente coltivata con le tradizionali colture agricole estensive della zona quali soia e mais.

La superficie risulta idonea all'installazione di un importante impianto di produzione di energia prodotta da pannelli fotovoltaici in quanto:

- vicina ad una cabina primaria di Terna in grado di ricevere l'energia prodotta;
- indicata nel PTRC come area Agropolitana e quindi compatibile con l'installazione a terra di pannelli fotovoltaici ai sensi della Delibera Regionale del 23 Ottobre 2012 che regola la materia;
- l'opera di rete indicata nella Soluzione Tecnica Minima Generale della Rete di Trasmissione Nazionale di Terna comporta la costruzione di un'avanzstazione di importanza strategica per Terna perché consentirà di unire la rete di alta tensione alla rete delle Ferrovie Italiane.

Integrazione Agricoltura/Fotovoltaico

Il presente progetto integra l'impianto fotovoltaico alla produzione agricola:

- dà una risposta compatibile all'esigenza ormai ineludibile della conservazione del territorio con destinazione agricola. L'uso delle tecnologie più avanzate coniuga i due interventi mantenere l'uso agricolo del terreno nel quale i "filari fotovoltaici" sono posti a distanza tale da consentire una piena attività agricola;
- molti mezzi agricoli saranno in futuro a trazione elettrica per la massima sostenibilità;

Fotovoltaico “intelligente”

La principale criticità del fotovoltaico tradizionale è il fatto che la Produzione di Energia è totalmente separata dalla Domanda.

Questo progetto integra al Fotovoltaico un Sistema di Accumulo con la duplice finalità:

- gestire l'immissione in rete in una logica di Demand/Response adattandola alla richiesta, accumulando energia nelle ore di maggior insolazione rilasciandola nei momenti di maggior richiesta;
- contribuire alla stabilità del Sistema Elettrico, Immettendo o Accumulando energia in risposta alla necessità di regolazione in frequenza della rete

Quindi non si tratterà più di un sistema “estraneo” che aggrava la gestione della rete ma una unità di produzione di energia rinnovabile “intelligente” che viceversa contribuisce alla stabilità del Sistema.



Figura 2 - Vista satellitare dell'area oggetto di intervento (fonte Google Earth).

3.2. Documentazione fotografica e cartografica prima della realizzazione dell'impianto

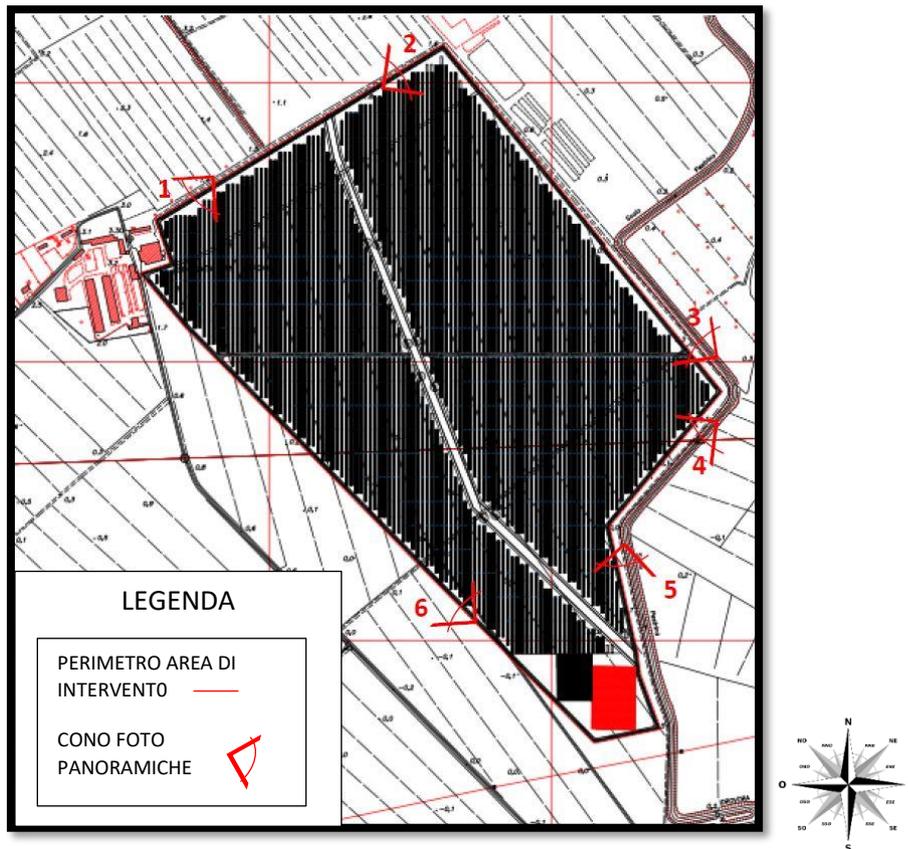


Figura 3 - Planimetria con coni visuali.

Sulla base della C.T.R. è stato predisposto un rilievo fotografico suddivisibile in viste panoramiche.



AGROVOLTAICA™

VISTE PANORAMICHE:



Figura 4 - Vista 1.



Figura 5 - vista 2.



Figura 6 - vista 3.



AGROVOLTAICA™



Figura 7 - vista 4.



Figura 8 - vista 5.



Figura 9 - vista 6.



3.3. Descrizione delle opere costituenti il nuovo impianto fotovoltaico

Il progetto prevede la realizzazione di impianto fotovoltaico per una potenza di circa 49.004,28 kWp, con le relative opere di connessione e la stazione di trasformazione MT/AT. Le opere previste si possono suddividere nelle seguenti categorie d'intervento:

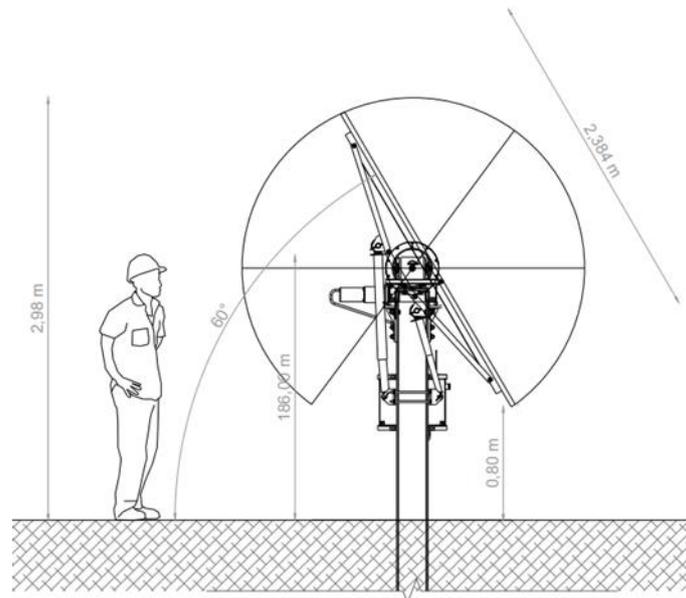
- sistemazione generale e delimitazione dell'area;
- realizzazione del parco fotovoltaico costituito da inseguitori mono assiali orientati sull'asse nord-sud;
- realizzazione delle opere di connessione alla centrale AT di Terna, compresa la sottostazione di trasformazione MT/AT;
- realizzazione di un sistema di accumulo di energia;

Come sopra riportato, si prevede la realizzazione di un impianto fotovoltaico della potenza di picco complessiva di 49.004,28 kWp, composto da n. 66.222 moduli bifacciali, delle dimensioni di mm. 2384x1303x35, aventi ciascuno una potenza di picco di 740 Wp, assemblati su inseguitori mono-assiali (tracker) composti da 52, 26 e 13 moduli ciascuno.

I moduli fotovoltaici sono assemblati in vele composte da una fila, installati in posizione verticale rispetto all'asse di rotazione per consentire il corretto funzionamento del lato bifacciale; ogni vela misura circa mt. 2,384 di larghezza e in posizione orizzontale, nelle ore di massima insolazione, si trova ad una altezza di circa mt. 1,86 da terra.



AGROVOLTAICA™



TUBI IN ACCIAIO ZINCATO PROFILO A "C"
SEZIONE 24x24x5
INFISSIONE A 2,5 m DI PROFONDITA'

Figura 10: Particolare dell'inseguitore monoassiale (tracker).

La superficie coperta dei moduli in posizione orizzontale è di m² 205.708,84 circa, pari al 31,08% della superficie interessata dall'impianto fotovoltaico; nella posizione di massima inclinazione dei moduli, la superficie coperta si riduce di circa il 50%, con una incidenza rispetto alla superficie dell'area pari al 15,54%.

Le strutture di sostegno delle vele sono realizzate in acciaio zincato e sono costituite da montanti verticali, infissi nel terreno, e a seconda della lunghezza dei tracker, ad un interasse che varia da circa mt. 7 a mt. 8,85 per una profondità di circa mt. 2,50, e travature orizzontali che ruotano per mezzo di appositi giunti; tali strutture ad inseguimento monoassiale (tracker), sono calcolate per resistere ai carichi accidentali e alla spinta del vento e sono disposte con interasse di mt. 5,40 tra una fila e l'altra. Gli inseguitori sono allineati lungo la direttrice nord-sud e inseguono il sole ruotando lungo il loro asse da ovest verso est.



AGROVOLTAICA™

La struttura geometrica degli inseguitori e la disposizione delle vele con le relative quote consentono l'accessibilità, anche con impiego di mezzi meccanici, a tutti gli elementi dell'impianto per i necessari interventi di manutenzione periodica o accidentale.

Dal punto di vista elettrico l'impianto è suddiviso in stringhe costituite da 26 pannelli collegati; ad ogni Quadro di Stringa (QdS) sono collegati fino ad un massimo di 24 stringhe

Le cabine di conversione e trasformazione SMA MV POWER STATION 4000-S2/ 4200-S2/ 4400-S2 o similare, comprendono gli inverter e un trasformatore elevatore 20 kV, oltre che l'insieme dei componenti quali filtri dispositivi di sezionamento, protezione e controllo, creano un sistema idoneo al trasferimento della potenza dal generatore alla rete, secondo i requisiti normativi, tecnici e di sicurezza.

Nell'impianto di produzione di corrente saranno posizionati un numero di 10 cabine (bt/MT), interconnesse tra di loro da cavi MT interrati lungo i percorsi principali realizzati nell'area.

Le cabine bt/MT saranno collegate singolarmente alla stazione MT/AT di elevazione 20/132 kV, di cui sono illustrate nel seguito le caratteristiche tecniche di dettaglio.

A sua volta la stazione MT/AT sarà connessa con cavo interrato da 132 kV al sistema di sbarre da 132 kV della Stazione TERNA.

3.3.1. Sistemazione idraulica dell'area

L'intervento prevede innanzitutto la sistemazione generale dell'area mediante operazioni di livellamento del terreno in funzione del posizionamento delle strutture di supporto dei pannelli. Al fine di non alterare l'attuale assetto idrologico dell'area secondo il vigente principio di invarianza idraulica, si ritiene opportuno inserire una rete di drenaggio sotterranea che verrà fatta



AGROVOLTAICA™

confluire, tramite un collettore, sulle scoline di raccolta che corrono lungo tutto il confine esterno dei sottocampi dell'impianto.

A compensazione dell'esistente sistema di canalizzazione che verrà smantellato per l'approntamento del parco agro-fotovoltaico, verrà creata, a sud dell'area oggetto di intervento, una vasca di laminazione per raccogliere un quantitativo analogo di invaso d'acqua; per maggiori dettagli si rimanda alla relazione "REL. D - RELAZIONE DI COMPATIBILITA' IDRAULICA" e agli elaborati grafici allegati al progetto.

3.3.2. Recinzione e viabilità dell'impianto

Attorno a tutta l'area sarà realizzata una recinzione costituita da paletti di ferro, montati su plinti in c.a. interrati, e rete metallica zincata plastificata, per una altezza complessiva di circa mt. 2,10 fuori terra; la rete sarà installata a 10 cm da terra per consentire il passaggio di fauna di piccola taglia.

Per l'accesso all'interno dell'area recintata sono previsti 7 cancelli, uno lungo al lato nord, e quattro lungo il lato est dell'impianto; i cancelli, con passaggi da 8 m, saranno realizzati in profilati di acciaio zincato e rete metallica e sostenuti da montanti in acciaio fissati al terreno mediante blocchi di fondazione in cls.

La viabilità è suddivisa in una parte interna ed una esterna.

Nella viabilità esterna dell'area è prevista la realizzazione di un tracciato principale costituito da strade in ghiaia, realizzate mediante scavo di trincea di circa cm. 50 e posa di un cassonetto stradale a due strati. Il primo strato di fondazione in materiale riciclato, con pezzatura 0-60 mm e spessore 40 cm, mentre il secondo strato di finitura, con pezzatura 0-30 mm e spessore 10 cm. Tale tracciato si svilupperà lungo tutta la parte esterna della recinzione a nord- est per accedere alla centrale Terna, utilizzando principalmente il sedime delle capezzagne esistenti.

Per quanto riguarda la viabilità interna non saranno fatti manufatti stradali stabili.

In corrispondenza della recinzione perimetrale è prevista l'installazione di un impianto di controllo TV a circuito chiuso, che prevede il montaggio di telecamere fisse orientate lungo i confini di proprietà e impianto di illuminazione con plafoniere a LED.

Per maggiori dettagli si rimanda agli elaborati grafici di progetto.



AGROVOLTAICA™

3.3.3. Moduli fotovoltaici e strutture di sostegno

Il tipo di modulo fotovoltaico utilizzato è progettato appositamente per applicazioni di impianti di grande taglia collegati alla rete elettrica.

Il modulo di tipo monocristallino bifacciale è composto da:

- 132 celle in silicio mono cristallino ad alta efficienza (Potenza Nominale $P = 740 \text{ Wp}$);
- cornice in alluminio anodizzato;
- dimensioni 2384x1303x35 mm., peso 38,7 kg.

Il modulo sarà provvisto di:

- certificazioni TUV su base IEC 61215;
- certificazione TUV classe II di isolamento;
- connettori rapidi;
- cavi pre-cablati.

Come precedentemente anticipato, il progetto elettrico del generatore fotovoltaico prevede un totale di circa 66.222 moduli suddivisi in 10 sotto-campi. I moduli sono realizzati in esecuzione a doppio isolamento (classe II), completi di cornice in alluminio anodizzato e cassetta di giunzione elettrica IP65, realizzata con materiale resistente alle alte temperature ed isolante, con diodi di by-pass, alloggiata nella zona posteriore del pannello.

I moduli fotovoltaici sono installati su strutture di supporto ad inseguimento monoassiale, sostenute da pali in acciaio zincato semplicemente infissi nel terreno per una profondità di circa mt. 2,50, con interasse che varia da mt. 7 a mt. 8,85 misurato sulla lunghezza dell'inseguitore; tali strutture, tramite un motore posto nella mezzeria di ciascuna struttura, comandato da un software che si basa su



AGROVOLTAICA™

complessi algoritmi di calcolo, sono in grado di seguire il sole nel suo percorso nel cielo da est a ovest.

Gli inseguitori monoassiali sono distribuiti all'interno del campo fotovoltaico secondo file poste ad un interasse di mt. 5,40; tale distanza consente il passaggio agevole da parte dei mezzi meccanici impiegati per la manutenzione dell'impianto e la conduzione del fondo agricolo.

La struttura di supporto dei moduli, costituita da montanti e travi orizzontali, oltre a consentire l'infissione nel terreno degli elementi di sostegno senza fondazioni, comporta i seguenti vantaggi:

- riduzione dei tempi di montaggio alla prima installazione;
- facilità di montaggio e smontaggio dei moduli fotovoltaici in caso di manutenzione;
- meccanizzazione della posa;
- ottimizzazione dei pesi;
- miglioramento della trasportabilità in sito;
- possibilità di utilizzo di bulloni anti furto.

Ogni struttura di sostegno è composta da elementi modulari che consentono l'installazione di vele costituita da una fila di moduli, disposti in posizione verticale rispetto all'asse di rotazione nord-sud per consentire il corretto funzionamento del lato bifacciale.

Le strutture modulari sono assemblate per realizzare inseguitori da 52,26,13 moduli; in prevalenza saranno utilizzati inseguitori da 52 moduli e da 26 moduli mentre gli inseguitori da 13 saranno installati solo nelle aree periferiche del campo fotovoltaico, in funzione alla conformazione del lotto.

Complessivamente sono previsti le seguenti strutture ad inseguimento monoassiale (tracker) così suddivise:



AGROVOLTAICA™

	2 STRINGHE	1 STRINGA	13 MODULI	TOT. STRINGHE	Wp	QdS	kWp	mdouli 740 Wp
CAMPO 1	114	38	10	271	740	12	5214,04	7046
CAMPO 2	105	55	4	267	740	11	5137,08	6942
CAMPO 3	134	17	12	291	740	12	5598,84	7566
CAMPO 4	102	51	12	261	740	11	5021,64	6786
CAMPO 5	109	55	8	277	740	12	5329,48	7202
CAMPO 6	112	18	10	247	740	12	4752,28	6422
CAMPO 7	116	11	10	248	740	11	4771,52	6448
CAMPO 8	80	17	14	184	740	8	3540,16	4784
CAMPO 9	93	35	34	238	740	10	4579,12	6188
CAMPO 10	108	31	32	263	740	11	5060,12	6838
TOTALI	1073	328	146	2547		110	49004,28	66222

I materiali delle singole parti sono armonizzati tra loro per quanto riguarda la stabilità, la resistenza alla corrosione e la durata nel tempo.

3.3.4. Cabina BT/MT e box di controllo impianto di illuminazione e videosorveglianza

All'interno dell'impianto fotovoltaico è prevista l'installazione di n. 10 cabine bt/MT

MV POWER STATION 4000-S2 / 4200-S2 / 4400-S2



Figura 11: Particolare MV POWER STATION

I box di controllo e impianto di illuminazione sono inglobati all'interno delle cabine elettriche SSU.



AGROVOLTAICA™

la platea è realizzata in tout-venant e sopra di essa vi è un rilevato in materiale granulare. Le dimensioni di tale platea sono mt. 7,29 x 3,584. Il piano interno di calpestio sarà quindi rialzato di circa cm. 60 rispetto al piano di campagna, con la quale sarà raccordato mediante il rilevato realizzato con materiale inerte stabilizzato.

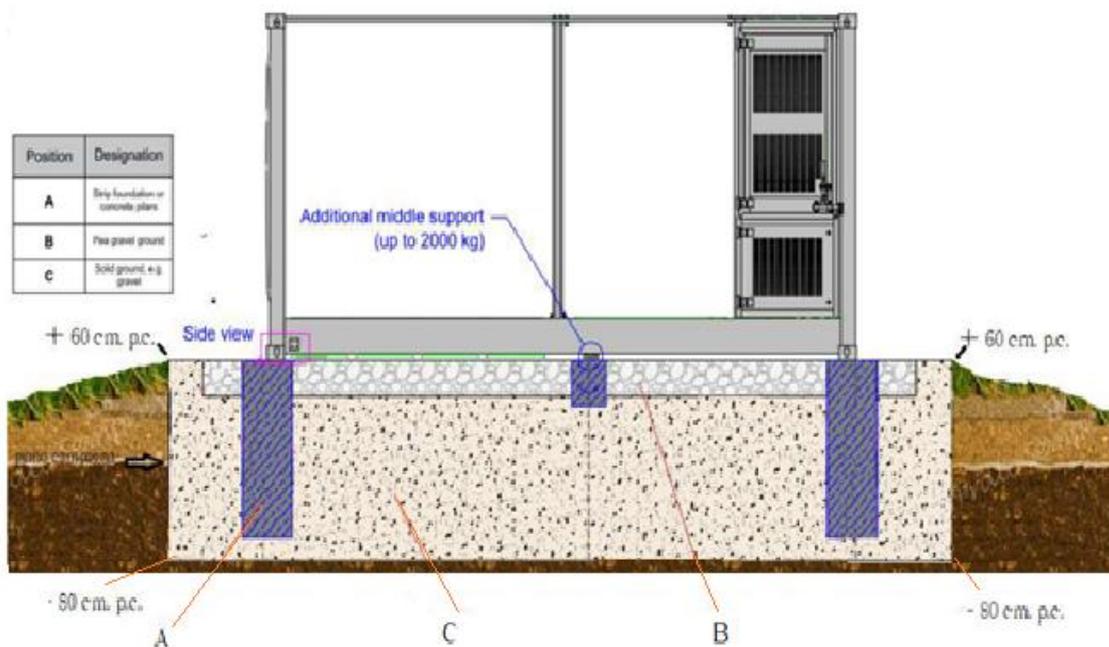


Figura: 12 Particolare cabina e piano di campagna



AGROVOLTAICA™

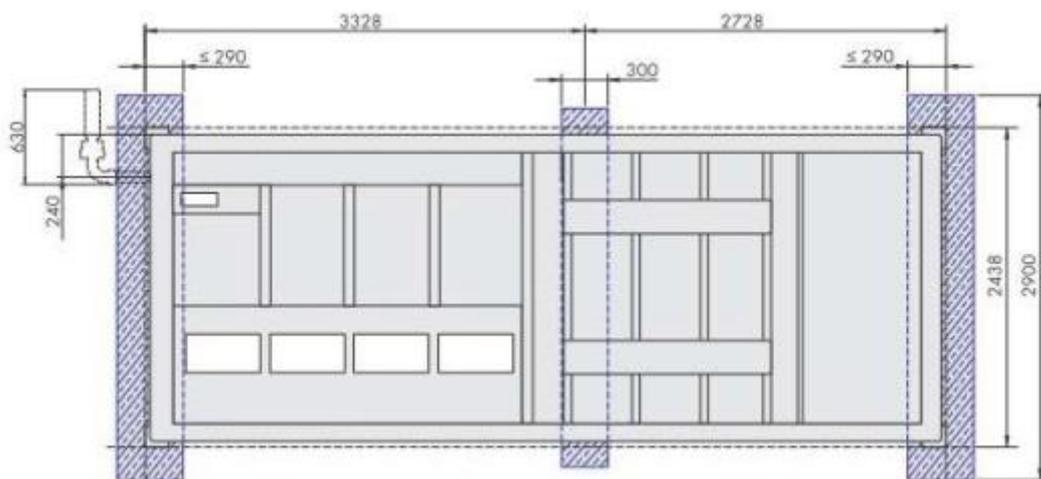


Figura 13: particolare dei supporti della cabina.

Per maggiori dettagli si rimanda agli elaborati grafici di progetto.

I box di controllo e impianto di illuminazione sono inglobati all'interno delle cabine elettriche SSU.

3.3.5. Rete BT di connessione moduli/cabine

I moduli fotovoltaici sono collegati in serie di 25 unità (stringa), ciascuna caratterizzata da:

Le stringhe vengono parallelate in Quadri di Stringa (QdS), fino ad un massimo di 24 stringhe e saranno collegate mediante un cavo DC.

Le linee trifase in uscita da ciascun inverter si attesteranno sul quadro di bassa tensione, allocato nell'apposito vano della corrispondente cabina elettrica di campo, il quale svolgerà le seguenti funzioni:

- ospitare i dispositivi di protezione e comando;
- misura della tensione e della corrente;
- misura dell'energia;
- alimentare i servizi ausiliari.



AGROVOLTAICA™

Gli ingressi e le uscite dei cavi di cablaggio dai quadri saranno realizzati nella base inferiore, con fori adatti ai raccordi o ai passacavi che saranno scelti di diametro compatibile con il diametro esterno dei cavi di cablaggio. Nella parte bassa del quadro saranno posizionate le morsettiere e gli scaricatori di sovratensione.

I quadri di stringa in DC, con relativo sistema di monitoraggio, saranno fissati alle strutture di sostegno dei moduli tramite staffe in modo che il quadro si trovi ad altezza idonea ad interventi di manutenzione senza attrezzature aggiuntive.

I quadri saranno costituiti da un armadietto in vetroresina avente grado di protezione IP65, autoestinguente e resistente ai raggi UV, alla corrosione ed alle atmosfere saline, dotato di elementi componibili pre-forati o chiusi, barrature di sostegno per le apparecchiature, sportello cieco provvisto di serratura con chiave, pannelli e guarnizioni di tenuta.

Per maggiori dettagli si rimanda alla relazione “REL. E – RELAZIONE TECNICA SPECIALISTICA” e agli elaborati grafici allegati al progetto.

3.1. Impianto di illuminazione , videosorveglianza e box di controllo impianto .

L'impianto di progetto è dotato di un impianto di illuminazione e videosorveglianza.

Le apparecchiature degli impianti saranno installate su pali in acciaio zincato con altezza f.t. di mt. 4,00 circa, posati ad interasse di mt. 15-17; ciascun palo sarà dotato di plafoniera di illuminazione, mentre le videocamere saranno installate mediamente ogni 3 pali.

Le videocamere di sorveglianza saranno di tipo fisso ad infrarossi mentre l'impianto di illuminazione sarà costituito da armature stradali a led ad accensione immediata.

La rete di distribuzione interrata sarà realizzata lungo tutta la recinzione esterna del campo fotovoltaico, sulla parte interna della stessa; la rete sarà costituita da plinti-pozzetto prefabbricati in cls, delle dimensioni di cm. 80x70xh.90 circa, e doppio cavidotto in pead flessibile, liscio all'interno e corrugato all'esterno, del diametro nominale di mm. 63.



Le linee elettriche saranno costituite da cavi elettrici di tipo unipolare, flessibili, non propaganti l'incendio, isolate in gomma sotto guaina in PVC, tipo FG16R16 conformi alle norme CEI 20-13 e 20-22 II.

I box di controllo e impianto di illuminazione sono inglobati all'interno delle cabine elettriche SSU.

Per maggiori dettagli si rimanda agli elaborati grafici di progetto.

3.3.6. Rete MT di connessione cabine/stazione produttore

Il sistema elettrico di connessione del parco è ripartito in 10 sottocampi, suddivisi in 2 settori, ed è costituito da:

- N. 10 cabine bt/MT di trasformazione 0,6/36 kV realizzate in container prefabbricati contenenti apparecchiature elettriche di tipo segregato;
- N. 10 linee MT in cavo interrato che collegheranno le cabine di ciascun settore alla stazione di trasformazione MT/AT del produttore, da posare parte all'interno della proprietà per una distanza media di 1 km.; i cavi saranno interrati e opportunamente segnalati con apposito nastro colorato. Per maggiori dettagli si rimanda alla relazione "REL. E – RELAZIONE TECNICA SPECIALISTICA" e agli elaborati grafici allegati al progetto.

3.3.7. Stazione MT/AT del produttore

Per poter collegare il parco fotovoltaico alla RTN, verrà realizzata una nuova Stazione TERNA definita "Geremia" connessa alla RTN tramite un entra-esce realizzato sulla linea 132 kV "Rovigo P.A. – Rovigo Z.I.". Inizialmente è previsto il sezionamento della sola linea "Rovigo P.A. – Rovigo Z.I." ma la Stazione TERNA dovrà essere progettata in maniera tale da poter predisporre facilmente anche il sezionamento della linea "Rovigo P.A. – Dolo" . coesistente sulla medesima palificazione della prima.

L'identificativo TERNA della nuova Stazione è: TERNA 201901310. Ad essa convergeranno quindi 10 cavi tripolari MT interrati.



AGROVOLTAICA™

Dalla Stazione TERNA dovrà partire un montante per la connessione in antenna dell'impianto di produzione e che costituisce OPERA DI RETE PER LA CONNESSIONE. In prossimità del confine di proprietà e di competenza, tale montante si innesterà su uno stallo di proprietà del produttore il quale costituisce OPERA DI UTENZA PER LA CONNESSIONE. Tale montante utente dovrà connettersi ad un sistema di sbarre all'interno della STAZIONE UTENTE. È infatti previsto dall'STMG emanato da TERNA che sarà necessario condividere lo stallo in stazione con altri impianti di produzione al fine di razionalizzare le strutture della rete. Al sistema di sbarre nella Stazione Utente verrà connesso un montante di trasformazione 132 kV/20 kV con trasformatore da 50 MVA che si andrà a collegare ai quadri MT disposti in apposito edificio. La sezione MT dovrà collegare tutti i cavi provenienti dal campo fotovoltaico al trasformatore.

La nuova Stazione TERNA e la Stazione Utente connessa ad essa in antenna si localizza a Sud del campo fotovoltaico in un piccolo spazio triangolare sempre di proprietà del produttore.

Nella scelta dei tracciati per i nuovi raccordi aerei si è cercato di discostarsi il minimo indispensabile dalle attuali posizioni di conduttori e sostegni al fine di non porre nuovi vincoli o limitarli al massimo:

L'inserimento nella rete elettrica di trasmissione nazionale della nuova stazione, è illustrata in modo nella figura sottostante.

Figura 14 - Rappresentazione concettuale del collegamento "Rovigo RFI" – "Rovigo P.A." (fonte Google Earth).



AGROVOLTAICA™



Figura 15 – Collocazione della nuova stazione nell’AltaRete di TERNA.

3.3.8. Rete AT di connessione stazione produttore/ stazione RTN

Il collegamento dalla stazione utente alla Stazione di TERNA verrà eseguito in antenna 132 kV su una futura Stazione Elettrica (SE) di Smistamento a 132 kV della RTN da inserire in entra – esce alla linea a 132 kV “Rovigo PA – Rovigo ZI”.

Il nuovo elettrodotto in antenna 132 kV per il collegamento alla centrale a 132 kV della Stazione Elettrica di smistamento a 132 kV, costituisce impianto di utenza per la connessione, mentre lo stallo arrivo produttore 132 kV nella suddetta stazione costituisce impianto di rete per la connessione.

Oltre alla rete di connessione elettrica è prevista la posa di un cavo di fibra ottica per la trasmissione dei dati.



AGROVOLTAICA™

Per ulteriori informazioni si rimanda alla relazione “REL. Q – CONNESSIONE ALLA RETE – Relazione tecnica opere di connessione” e agli elaborati grafici relativi alle “Opere di connessione alla RTN” allegati al progetto.

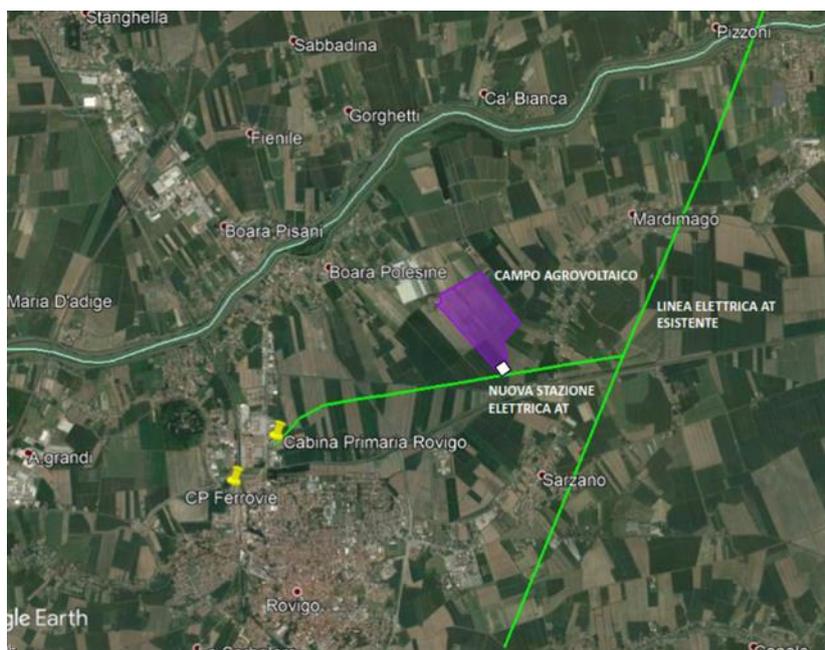


Figura 16: Planimetria della rete di connessione tra la stazione MT/AT e la stazione AT di TERNA.

3.3.9. Opere di mitigazione ambientale

Al fine di compensare la presenza nel territorio delle strutture che compongono l'impianto fotovoltaico, il progetto prevede la realizzazione di una struttura arborea e arbustiva di protezione dell'area avente due funzioni essenziali:

- inserimento dell'intervento in un sistema ecologico, garantendo transito e permanenza di selvatici di varia taglia, contribuendo alla connessione degli elementi della rete ecologica prevista dagli strumenti urbanistici (PTCP e PAT), rispondendo nel contempo alle indicazioni



AGROVOLTAICA™

provenienti dal PTCP che promuovono la realizzazione di interventi orientati alla ricomposizione della frammentazione ecologica del territorio.

- Per la schermatura visiva sul lato nord-est dell'impianto, la delimitazione e la protezione perimetrale dell'area sarà utilizzata la fascia arborea esistente e verrà rinfoltita con le stesse essenze autoctone, nel rispetto delle distanze imposte dal consorzio di bonifica competente per territorio. Invece, nel perimetro lato sud-ovest verrà piantumata una siepe sufficientemente alta.

Le aree circostanti agli elementi arborati andranno adeguatamente inerbite, per proteggere e stabilizzare ulteriormente i fossi perimetrali dell'impianto e per garantire la mobilità sia dei selvatici che per la manutenzione della struttura boscata.

Al fine di consentire il passaggio di piccoli animali e selvaggina presente sul territorio, la recinzione perimetrale, costituita da una rete plastificata a maglia romboidale di mt. 2,10 di altezza, sarà installata con il bordo inferiore rialzato di circa 10 cm. rispetto alla quota del terreno.

Con l'esecuzione delle opere di sistemazione, si provvederà ad impiantare essenze arboree ad alto fusto nella zona sud- ovest per mitigare visivamente la stazione MT/AT Terna (come da progetto).

Il suolo non risulta interessato in modo significativo da infrastrutture inamovibili:

- i pali dei Tracker sono semplicemente infissi nel terreno per battitura e possono essere rimossi con facilità per semplice estrazione;
- i cavidotti minimi sono: saranno unicamente localizzati al margine sud-est e sud ovest, in vicinanza della recinzione, e anch'essi sono facilmente rimovibili a fine vita operativa del fotovoltaico;
- le linee di bassa tensione in corrente continua saranno posate su canaline esterne, fissate alle strutture stesse dei tracker, senza interessare il terreno con numerosi cavidotti.

L'attività di manutenzione del fotovoltaico, che consiste in sostanza nell'annuale lavaggio dei pannelli, avviene con mezzi leggeri.



AGROVOLTAICA™

Il lavaggio avviene con l'uso di rotospazzoloni, utilizzando acqua pura, senza alcun detergente che possa inquinare la coltivazione e le falde.

Le attività di manutenzione delle siepi perimetrali presenti, assimilabili per tipologia alle attività agricole, rappresenteranno un'importante integrazione al reddito del personale impiegato.

. Con la collaborazione della RODAG di Guastalla (RE), azienda specializzata nel settore, verrà avviato il travaso tecnologico dai centri di ricerca all'applicazione commerciale di piccole macchine operatrici a trazione elettrica sperimentando in campo la guida autonoma per la meccanizzazione e l'automazione delle principali attività manutentive:

- Sfalcio dell'erba nella stretta fascia non coltivata sotto le “vele” solari.
- Lavaggio dei moduli fotovoltaici.

Grazie all'ausilio di GPS, telecamere, sensori e radar, i mezzi saranno in grado di operare in sicurezza, tornando alla base a ricaricare le batterie quando necessario. Il tutto in totale autonomia e a zero emissioni.

Quindi la scelta dei mezzi agricoli è importante per azzerare la “Carbon Foot Print” della lavorazione agricola: non più trattori con motori a combustione interna ma mezzi agricoli elettrici.

Come anticipato precedentemente, la disposizione delle file di pannelli lascerà uno spazio utile per le lavorazioni di colture agricole di valenza economica; tra queste erba medica, prato polifita e soia sono certamente coltivazioni compatibili con l'impianto che si intende realizzare.

L'obiettivo è dunque anche quello di continuare la produzione agricola anche con un più razionale e conveniente uso del terreno.

3.3.10. Accessibilità alle aree dell'impianto

L'area oggetto di intervento è accessibile da un percorso che si snoda a partire dall'uscita autostradale di Boara Pisani (A 13 Padova -Bologna), attraversa la provinciale SP 42 (Viale Porta Adige), passa



AGROVOLTAICA™

per il centro del paese di Boara Polesine, si congiunge con via San Marco e porta all'area di progetto. All'ingresso della Corte, uno stradone interpodereale di nuova realizzazione, in prossimità del confine Est della proprietà, porterà alle nuove Stazioni elettriche situate al margine meridionale dell'area di intervento..

Da una prima valutazione si ritiene che la direttrice sia idonea a garantire l'accessibilità all'area, salvo provvedere ad adeguate sistemazioni del sottofondo stradale in funzione degli automezzi e dei relativi carichi che dovranno transitare in fase di esecuzione dell'opera e in fase di dismissione finale; tali opere di adeguamento saranno contemplate nel Piano di Sicurezza e di Coordinamento, come previsto dalle norme vigenti, redatto in sede di progettazione esecutiva.



Figura 19: Viabilità d'accesso all'area di progetto.



AGROVOLTAICA™

3.4. Elencazione dei terreni interessati

L'area interessata dall'intervento risulta attualmente censita al catasto terreni di Rovigo con i seguenti estremi:

COMUNE	FOGLIO	MAPPALE	QUALITA'	PROPRIETA'	CLASSE	SUPERFICIE (mq)	
Rovigo	14	185	Seminativo	Privata	1	9.571	
Rovigo	14	187	Seminativo	Privata	2	54.428	
Rovigo	14	45	Seminativo	Privata	3	6.905	
Rovigo	14	47	Seminativo	Privata	2	9.200	
Rovigo	14	48	Seminativo	Privata	3	39.042	
Rovigo	14	49	Seminativo	Privata	3	12.735	
Rovigo	14	50	Seminativo	Privata	2	36.915	
Rovigo	14	51	Seminativo	Privata	3	23.580	
Rovigo	14	53	Seminativo	Privata	2	120.305	
Rovigo	14	96	Seminativo	Privata	3	10.150	
Rovigo	15	32	Seminativo	Privata	3	16.969	
Rovigo	15	33	Seminativo	Privata	3	73.131	
Rovigo	15	35	Seminativo	Privata	3	44.477	
Rovigo	15	37	Seminativo	Privata	3	4.626	
Rovigo	15	39	Seminativo	Privata	3	0.070	
Rovigo	15	40	Seminativo	Privata	3	0.140	
Rovigo	15	42	Seminativo	Privata	3	16.821	
Rovigo	15	45	Seminativo	Privata	2	24.940	
Rovigo	15	47	Seminativo	Privata	3	9.051	
Rovigo	15	9	Seminativo	Privata	3	148.660	
TOTALE						661.716	



Il proprietario detiene inoltre in forma esclusiva i terreni, siti nel comune di Rovigo, che saranno utilizzati per l'accesso all'impianto fotovoltaico e alla realizzazione delle opere elettriche (cabine ed elettrodotti) per il collegamento dell'impianto alla rete del Distributore, così catastalmente individuati:

- Foglio 14; Mappale 69;
- Foglio 14; Mappale 43.

Si sottolinea che in nessuna delle particelle sottoelencate, si evidenzia l'eventuale presenza di:

- usi civici;
- beni del patrimonio regoliero;
- altre situazioni rilevanti.

3.5. Documentazione fotografica aggiornata

Si riportano di seguito due vedute aeree della zona con foto inserimento dell'impianto fotovoltaico oggetto di ripristino; per ulteriore documentazione fotografica riguardante l'impianto si rimanda alla relazione REL. C - ARMONIZZAZIONE AMBIENTALE .



AGROVOLTAICA™



Figura 20: inserimento impianto fotovoltaico sull'area di progetto.



AGROVOLTAICA™

3.6. *Tempi*

Tutte le operazioni di dismissione potranno essere eseguite in un periodo presunto di circa 120 giorni dal distacco dell'impianto dalla rete elettrica, salvo eventi climatici sfavorevoli, come illustrato nel seguente cronoprogramma:

DESCRIZIONE INTERVENTI	RISULTATO ATTESO	DURATA INTERVENTI
ALLESTIMENTO DEL CANTIERE	Opera di accantieramento in linea con quanto prescritto dal POS	14 gg
SMONTAGGIO MODULI FOTOVOLTAICI	Rimozione completa con conseguente riciclo	21 gg
SMONTAGGIO STRUTTURA PORTANTE E DEMOLIZIONE MANUFATTI IN C.A.	Rimozione completa con conseguente riciclo con conferimento in discarica	21 gg
DEMOLIZIONE ELETTRODOTTI	Rimozione completa con conseguente riciclo	14 gg
DEMOLIZIONE CABINE DI TRASFORMAZIONE, CONTAINER E BOX IMPIANTI	Rimozione completa con conseguente riciclo. Asportazione della platea di fondazione con materiale di risulta riciclato come inerte	14 gg
RIMOZIONE IMPIANTI ILLUMINANTI E VIDEOSORVEGLIANZA	Rimozione completa con conseguente riciclo	7 gg



AGROVOLTAICA™

ELIMINAZIONE MATERIALE STABILIZZANTE E GEOTESSUTO DA SEDI STRADALI	Rimozione completa con conseguente riciclo con conferimento in discarica	7 gg
RIMOZIONE DELLA RECINZIONE	Rimozione completa con conseguente riciclo con conferimento in discarica	7 gg
SISTEMAZIONE DEL TERRENO, LIVELLAMENTO E PREDISPOSIZIONE ALLA SEMINA	Terreno riportato allo stato pristino, pronto per la fase della seminazione	14 gg
SMOBILIZZO CANTIERE	Rimozione totale delle opere di accantieramento provvisorie	14 gg

4. SEZIONE II – Ripristino dei Luoghi

4.1. Descrizione generale degli interventi

La vita utile di un impianto fotovoltaico, intesa quale periodo di tempo in cui l'ammontare di energia elettrica prodotta è significativamente superiore ai costi di gestione, è di circa 30 anni. Al termine di detto periodo è prevista la demolizione, lo smaltimento delle strutture, il riciclo dei materiali utilizzati e il recupero del sito che potrà essere ripristinato alla iniziale destinazione d'uso. A questo proposito gli interventi da attuare saranno in relazione con l'elemento originario da mettere in pristino. Alcuni interventi di messa in pristino avranno valenza ambientale e saranno finalizzati a riattivare e/o rinforzare le dinamiche naturali al fine di favorire un appropriato reinserimento dei luoghi nell'ecosistema.

Le fasi principali del piano di dismissione sono riassumibili in:

Fase 1: Allestimento del cantiere.

Fase 2: smontaggio pannelli fotovoltaici.



AGROVOLTAICA™

Fase 3: smontaggio struttura portante ed asportazione degli elementi di fondazione.

Fase 4: demolizione elettrodotti.

Fase 5: demolizione cabine di trasformazione, container e box impianti.

Fase 6: smontaggio impianto illuminante e videosorveglianza.

Fase 7: eliminazione materiale stabilizzante e geotessuto da sedi stradali.

Fase 8: rimozione della recinzione.

Fase 9: sistemazione del terreno, livellamento e predisposizione alla semina.

Fase 10: smobilizzo cantiere.

Per ognuna di queste fasi verranno analizzate in tabella i seguenti aspetti:

- ASPETTO 1: HABITAT DIRETTAMENTE O INDIRETTAMENTE COINVOLTI
- ASPETTO 2: SPECIE DIRETTAMENTE O INDIRETTAMENTE COINVOLTE
- ASPETTO 3: RISULTATO ATTESO
- ASPETTO 4: TEMPI DI ATTUAZIONE
- ASPETTO 5: MODALITÀ DI VERIFICHE DI EFFICACIA DEGLI INTERVENTI
- ASPETTO 6: EVENTUALI INIZIATIVE DA AVVIARE IN CASO DI INEFFICACIA
DELL'ASPETTO 5

	ASPETTO 1	ASPETTO 2	ASPETTO 3	ASPETTO 4	ASPETTO 5	ASPETTO 6
FASE 1	Area di cantiere e viabilità limitrofa	Fauna locale	Opera di accantieramento in linea con quanto prescritto dal POS	14 gg	Visivo	Direzione Lavori più efficiente
FASE 2	Area di cantiere e	Fauna locale	Rimozione completa con	21 gg	Visivo	Direzione Lavori più efficiente



AGROVOLTAICA™

	viabilità limitrofa		conseguente riciclo			
FASE 3	Area di cantiere e viabilità limitrofa	Fauna locale	Rimozione completa con conseguente riciclo	21 gg	Visivo	Direzione Lavori più efficiente
FASE 4	Area di cantiere e viabilità limitrofa	Fauna locale	Rimozione completa con conseguente riciclo	14 gg	Visivo	Direzione Lavori più efficiente
FASE 5	Area di cantiere e viabilità limitrofa	Fauna locale	Rimozione completa con conseguente riciclo. Asportazione delle platee di fondazione con materiale di risulta riciclato come inerte	14 gg	Visivo	Direzione Lavori più efficiente
FASE 6	Area di cantiere e viabilità limitrofa	Fauna locale	Terreno riportato allo stato pristino, pronto per la fase della seminazione	7 gg	Visivo	Direzione Lavori più efficiente
FASE 7	Area di cantiere e viabilità limitrofa	Fauna locale	Rimozione completa con conseguente riciclo	7 gg	Visivo	Direzione Lavori più efficiente



AGROVOLTAICA™

FASE 8	Area di cantiere e viabilità limitrofa	Fauna locale	Rimozione completa con conseguente riciclo	7 gg	Visivo	Direzione Lavori più efficiente
FASE 9	Area di cantiere e viabilità limitrofa	Fauna locale	Terreno riportato allo stato pristino, pronto per la fase della seminazione	14 gg	Visivo con ausilio di strumento rilevazione laser per livellamento terreno	Direzione Lavori più efficiente
FASE 10	Area di cantiere e viabilità limitrofa	Fauna locale	Rimozione totale delle opere di accantieramento provvisorie	14 gg	Visivo	Direzione Lavori più efficiente

Nello specifico tutte le operazioni da compiere, di seguito elencate, consentiranno di mettere in pristino il terreno all'originale vocazione agricola:

1. Sezionamento impianto lato DC e lato CA (Dispositivo di generatore), sezionamento in BT e MT (locale cabina di trasformazione)
2. Scollegamento serie moduli fotovoltaici
3. Scollegamento cavi lato c.c. e lato c.a.
4. Smontaggio moduli fotovoltaici dalla struttura di sostegno (tavole)
5. Impacchettamento moduli mediante contenitori di sostegno
6. Smontaggio sistema di illuminazione
7. Smontaggio sistema di videosorveglianza
8. Rimozione cavi da canali interrati
9. Rimozione pozzetti di ispezione
10. Rimozione parti elettriche dai prefabbricati per alloggiamento inverter



AGROVOLTAICA™

11. Smontaggio struttura metallica
12. Rimozione del fissaggio al suolo
13. Rimozione parti elettriche dalle cabine di trasformazione
14. Rimozione manufatti prefabbricati
15. Rimozione recinzione
16. Rimozione ghiaia e geotessuto dalle strade
17. Consegna materiali a ditte specializzate allo smaltimento

La rimozione dei moduli fotovoltaici, dei macchinari, attrezzature, edifici e di tutto ciò che è presente nel terreno seguirà una tempistica dettata dalla tipologia del materiale da rimuovere e in particolare dalla possibilità di questi materiali di essere riutilizzati (recinzione, cancelli, infissi, cavi elettrici, ecc.) o portati a smaltimento e/o recupero (pannelli fotovoltaici, opere fondali in cls, ecc.). Innanzitutto, si procederà alla rimozione del generatore fotovoltaico in tutte le sue componenti (apparecchiature, macchinari, cavidotti, ecc.) conferendo il materiale di risulta agli impianti all'uopo deputati dalla normativa di settore per lo smaltimento o per il recupero. Questa operazione avverrà tramite operai specializzati, dopo che si sarà provveduto al distacco di tutto l'impianto dalla linea ENEL di riferimento. Tutte le lavorazioni saranno sviluppate nel rispetto delle normative al momento vigenti in materia di sicurezza dei lavoratori. I mezzi che in questa fase della progettazione sono stati previsti al fine del loro probabile utilizzo per l'operazione di rimozione dell'impianto, possono essere i seguenti:

- autocarri;
- automezzi dotati di gru;
- escavatori;
- pale gommate;
- piattaforme elevatrici;
- carrelloni che trasportano mezzi meccanici;
- cassoni metallici per la raccolta differenziata.



AGROVOLTAICA™

Tutte le operazioni di dismissione potranno essere eseguite in un periodo presunto di circa 120giorni dal distacco dell'impianto dalla rete elettrica, salvo eventi climatici sfavorevoli. Il diagramma (tab. 1) alla presente relazione illustra nel dettaglio le tempistiche stimate dell'intervento.

La Tabella di seguito allegata, riporta il cronoprogramma dei lavori per il piano di rimessa in pristino dell'impianto FTV.

PIANO DI RIMESSA IN RIPRISTINO CRONOPROGRAMMA DEI LAVORI																	
Fase	Durata (settimane)	1° mese				2° mese				3° mese				4° mese			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Allestimento del cantiere, predisposizione di recinzione, apprestamento dell'area deposito e ricovero attrezzi, installazione degli impianti di cantiere.	10	10														
2	Smontaggio pannelli fotovoltaici			30	30	10											
3	Smontaggio struttura portante e asportazione degli elementi di fondazione					10	20	10									
4	Demolizione elettrodotti							10	20								
5	Demolizione cabine di trasformazione, box impianti e asportamento dei container									20	10						
6	Smontaggio impianto illuminante e videosorveglianza										10						
7	Eliminazione materiale stabilizzante e geotessuto da sedi stradali											20					
8	Rimozione della recinzione												20				
9	Sistemazione del terreno, livellamento e predisposizione alla semina													20	20		
10	Smobilizzo cantiere															10	10
	UOMINI/GIORNO	10	10	30	30	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	10	10
	TOTALE UOMINI/ GIORNO PRESENTI IN CANTIERE	300															
	Impresa principale																

In conseguenza di quanto detto tutti i componenti dell'impianto e gli associati lavori di realizzazione sono stati previsti per il raggiungimento di tali obiettivi.

Per il finanziamento dei costi delle opere di smantellamento e ripristino dei terreni verranno posti in bilancio congrui importi dedicati a tale scopo.

4.2. Criteri per la messa in pristino dello stato dei luoghi

Per tutti gli interventi caratterizzanti la messa in pristino dello stato dei luoghi, delineati dalle 10 fasi operative descritte all'inizio del Capitolo 4.1, verrà dettagliata una tabella che analizza il grado di soddisfacimento, sia per quanto riguarda il contesto territoriale (espresso in **A10/10**), che per le caratteristiche di tutte le opere (espresso in **B10/10**), nel rispetto dei seguenti criteri considerati prioritari:

- a) Ripristino Strutturale e Funzionale delle componenti ambientali che caratterizzava i luoghi precedenti all'impianto (**RSF**);
- b) Tendenziale Adeguamento Qualitativo dello stato dei luoghi rispetto alle condizioni precedenti all'impianto (**TAQ**);
- c) Miglioramento Qualitativo dello Stato dei luoghi rispetto alle condizioni createsi in presenza dell'impianto (**MQS**).

	RSF		TAQ		MQS	
FASE 1	non valutabile	non valutabile	non valutabile	non valutabile	non valutabile	non valutabile
FASE 2	A2/10	B2/10	A2/10	B2/10	A2/10	B2/10
FASE 3	A3/10	B3/10	A3/10	B3/10	A3/10	B3/10
FASE 4	A4/10	B4/10	A4/10	B4/10	A4/10	B4/10



AGROVOLTAICA™

FASE 5	A5/10	B5/10	A5/10	B5/10	A5/10	B5/10
FASE 6	A6/10	B6/10	A6/10	B6/10	A6/10	B6/10
FASE 7	A7/10	B7/10	A7/10	B7/10	A7/10	B7/10
FASE 8	A8/10	B8/10	A8/10	B8/10	A8/10	B8/10
FASE 9	A9/10	B9/10	A9/10	B9/10	A9/10	B9/10
FASE 10	A10/10	B10/10	A10/10	B10/10	A10/10	B10/10

4.3. Criteri di deroga alla dismissione di alcuni elementi di impianto

In riferimento alle opere di ripristino oggetto della presente relazione è prevista la deroga alla dismissione di alcuni elementi, determinate dalle seguenti situazioni specifiche:

- a) sistema di drenaggio: tale sistema costituisce una pratica agraria ormai consolidata in molte parti del territorio agricolo in quanto garantisce un graduale ed uniforme deflusso delle acque meteoriche, mantenendo un grado di umidità più consono alle coltivazioni e un utilizzo più intensivo delle aree disponibili;
- b) opere di mitigazione: la presenza dei filari alberati è conforme alle previsioni dei piani urbanistici territoriali (PTCP e PAT) in quanto costituiscono un intervento volto alla “riduzione della frammentazione ecologica” del territorio agrario

4.4. Tipologie di materiali presenti nel sito

La produzione dei rifiuti che derivano dalle diverse fasi di intervento verrà smaltita attraverso ditte autorizzate, nel rispetto della normativa vigente.

I materiali e le attrezzature utilizzate nel progetto dell’impianto fotovoltaico, che dovranno essere smaltite sono principalmente le seguenti:



AGROVOLTAICA™

Codice C.E.R.	Descrizione
17 04 05	Parti strutturali in acciaio di sostegno dei pannelli
16 02 14	Pannelli fotovoltaici
20 01 36	apparecchiature elettriche ed elettroniche fuori uso (inverter, quadri elettrici, trasformatori, moduli fotovoltaici)
17 04 05	Recinzione in metallo plastificato, paletti di sostegno in acciaio, cancelli sia carrabili che pedonali
17 09 04	Calcestruzzo prefabbricato dei locali cabine elettriche
17 01 01	Cemento (derivante dalla demolizione dei fabbricati che alloggiavano le apparecchiature elettriche)
17 04 11	Linee elettriche di collegamento dei vari pannelli fotovoltaici
17 02 03	Plastica (derivante dalla demolizione delle tubazioni per il passaggio dei cavi elettrici)
16 02 16	Macchinari ed attrezzature elettromeccaniche
17 04 05	Infissi delle cabine elettriche
17 09 04	Materiale inerte per la formazione del cassonetto negli ingressi
17 05 08	Pietrisco (derivante dalla rimozione della ghiaia gettata per realizzare la viabilità)
16-06 -04	Batterie al litio



AGROVOLTAICA™

Il catalogo europeo dei rifiuti è l'elenco dei codici di classificazione dei rifiuti (Codice Europeo del Rifiuto, CER) secondo la direttiva 75/442/CEE, che definisce il termine “rifiuto” nel modo seguente: "qualsiasi sostanza od oggetto che rientri nelle categorie riportate nell'allegato I e di cui il detentore si disfi o abbia deciso o abbia l'obbligo di disfarsi". L'allegato I è denominato “Elenco europeo dei rifiuti” (List of wastes) e si applica a tutti i rifiuti, siano essi destinati allo smaltimento o al recupero.

In concreto, i codici CER sono delle sequenze numeriche, composte da 6 cifre riunite in coppie, volte ad identificare un rifiuto, in base al processo produttivo da cui è originato. I codici, sono inseriti all'interno dell'Elenco dei rifiuti istituito dall'Unione europea con la decisione 2000/532/CE, trasposta in Italia attraverso il D.lgs. 152/2006 "Norme in materia ambientale" e il D.M. Ministero dell'ambiente del 2 maggio 2006 "Istituzione dell'elenco dei rifiuti", emanato in attuazione del suddetto D.lgs.

4.5. Modalità di rimozione e smaltimento o recupero del materiale

In accordo alle “Istruzioni Operative per la gestione e lo smaltimento dei pannelli fotovoltaici incentivati” pubblicate dal GSE ai sensi dell’art. 40 del D.lgs. 49/2014, per lo smaltimento dei moduli fotovoltaici, una volta disinstallati sul campo dalle strutture di sostegno (di tipologia standard nel caso in esame), si deve provvedere al corretto trasporto ad apposito centro di smaltimento. In particolare, ai sensi dell’art. 193 del D.lgs. n. 152 del 3 aprile 2006, un trasportatore autorizzato carica i moduli FV per il trasporto secondo la procedura di cui all’art. 193 medesimo. I moduli devono essere accompagnati da un formulario di identificazione dal quale devono risultare almeno i seguenti dati:

- a) nome ed indirizzo del produttore dei rifiuti e del detentore;
- b) origine, tipologia e quantità del rifiuto;
- c) impianto di destinazione;
- d) data e percorso dell'istradamento;
- e) nome ed indirizzo del destinatario.

Le copie del formulario devono essere conservate per cinque anni.



AGROVOLTAICA™

Nel caso in questione (impianti fotovoltaici con potenza $\geq 10\text{kWp}$) i moduli dismessi devono essere conferiti ad un impianto di trattamento autorizzato (punto n°2 – Categorie RAEE per il fotovoltaico). Come già visto nel Capitolo 3, ai sensi del D.lgs. 152/2006, il conferimento è gratuito, dovendo i produttori e gli importatori dei moduli fotovoltaici - “produttori del rifiuto” – occuparsi della corretta gestione del fine vita dei prodotti che immettono sul mercato. Come illustrato nel seguito, i produttori organizzano l’attività di raccolta e riciclo mediante associazioni dedicate. Come riferimento del settore, citiamo l’associazione “PV-CYCLE” che associa numerosi produttori di moduli fotovoltaici.

Per i quantitativi dei materiali, riferirsi alle corrispondenti voci del computo metrico estimativo.



AGROVOLTAICA™

5 Impianto di Accumulo: Riciclo, riuso e second life delle batterie litio-ione

5.1 INTRODUZIONE

5.1.1 Premessa

La batteria litio-ione commerciale [1] fu sviluppata in modo sistematico dalla Sony in Giappone alla fine del XX secolo per imporsi sul mercato all'inizio degli anni 2000, divenendo indispensabile per alimentare innumerevoli dispositivi elettronici portatili quali telefonini, computer, e macchine fotografiche digitali [2]. Il vertiginoso aumento della produzione di batterie Li-ione, che trovano sempre più applicazione negli autoveicoli elettrici, ibridi e nei sistemi di accumulo stazionari di energia, insieme alle nuove direttive sui rifiuti emanate dai vari stati rendono il riciclo una necessità per affrontare problemi ambientali ed economici che assumono un ruolo sempre più strategico e urgente nel mondo produttivo [3].

5.1.2 Impatto ambientale, economico e sociale

In natura il litio si trova esclusivamente sotto forma di catione univalente (Li^+). L'abbondanza media nella crosta terrestre è 17 ppm [4]. Sono noti circa 130 minerali contenenti litio fra cui carbonati, fosfati, silicati e borati. I maggiori giacimenti di litio si trovano in Afghanistan, Argentina, Australia, Canada, Cina, Cile, Congo, Messico, Russia e USA [2]. Occorrono circa 250 tonnellate di minerale grezzo o 750 tonnellate di salamoia ricca di minerale per ottenere una tonnellata di litio [5]. È chiaro che i processi estrattivi possono comportare un certo impatto a livello ambientale. La produzione di salamoie, ad esempio, avviene tramite perforazione di deserti salati, il pompaggio di acqua e l'estrazione delle salamoie ricche di minerali in superficie. Alla fine del ciclo di lavorazione di una tonnellata di litio si prevede l'estrazione di 1900 tonnellate di acqua dalle falde acquifere che viene persa per evaporazione. Per contro, la produzione di una tonnellata di litio da riciclo



AGROVOLTAICA™

richiederebbe 28 tonnellate di batterie esauste, con netti margini di miglioramento al progredire delle tecnologie di recupero. Inoltre, gran parte delle riserve di metalli necessari alla produzione degli elettrodi sono concentrate in alcuni paesi, con possibili problemi logistici ed economici [6]. Quindi, a spingere fortemente verso politiche efficaci di riciclo ci sono motivazioni di carattere economico, ambientale, e sociale legate alle varie problematiche produttive [6].

5.2 RESPONSABILITÀ FINE VITA NUOVO PRODOTTO

5.2.1 La Extended producer responsibility (EPR)

Uno degli obiettivi chiave dell'approccio dell'economia circolare (Figura 1) è quello di ridurre la dipendenza della società dalle scarse risorse naturali massimizzando l'utilità dei materiali già in uso e minimizzandone il declassamento, ad esempio rigenerando e reimmettendo sul mercato un prodotto invece di distruggerlo per recuperare materie prime. Secondo i principi dell'economia circolare, quindi, il riciclo deve seguire il riuso solo alla fine del ciclo di vita di un prodotto. In questo quadro generale si inseriscono diversi approcci, legislativi e non, con il fine di dare concretezza a tali principi ispiratori.

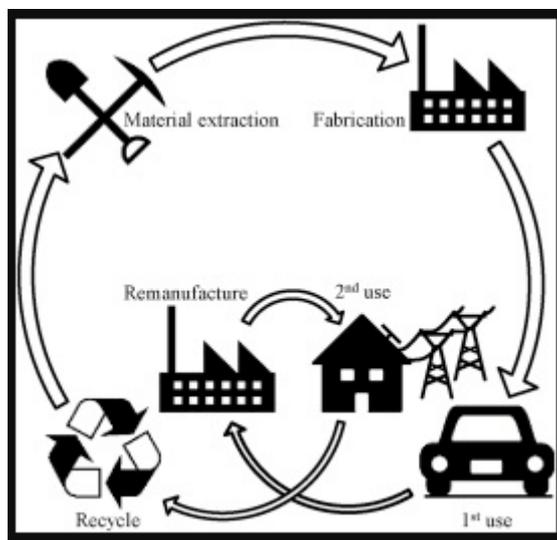


Figura 1. Economia circolare.



AGROVOLTAICA™

La responsabilità estesa del produttore (o Extended Producer Responsibility, EPR) introdotta per la prima volta come concetto da Thomas Lindhqvist nel 2000 è definita, in accordo con l'Organizzazione per la Cooperazione e lo Sviluppo Economico (OCSE), come approccio di politica ambientale in cui la responsabilità di un produttore (fisico e/o finanziario) per un determinato prodotto è estesa alla fase post-consumo e quindi al termine del ciclo di vita del prodotto [7]. I produttori tuttavia non devono necessariamente organizzare direttamente la raccolta e il riciclo, ma sono tenuti a sostenere i costi secondo il concetto del "chi inquina paga". Tale sviluppo ha portato alla nascita di un approccio collettivo alla raccolta e al riciclo dei rifiuti (Figura 2) e sono state istituite le Organizzazioni di Responsabilità dei Produttori (PRO) per fungere da intermediari tra i punti di raccolta e gli operatori di riciclo [8].

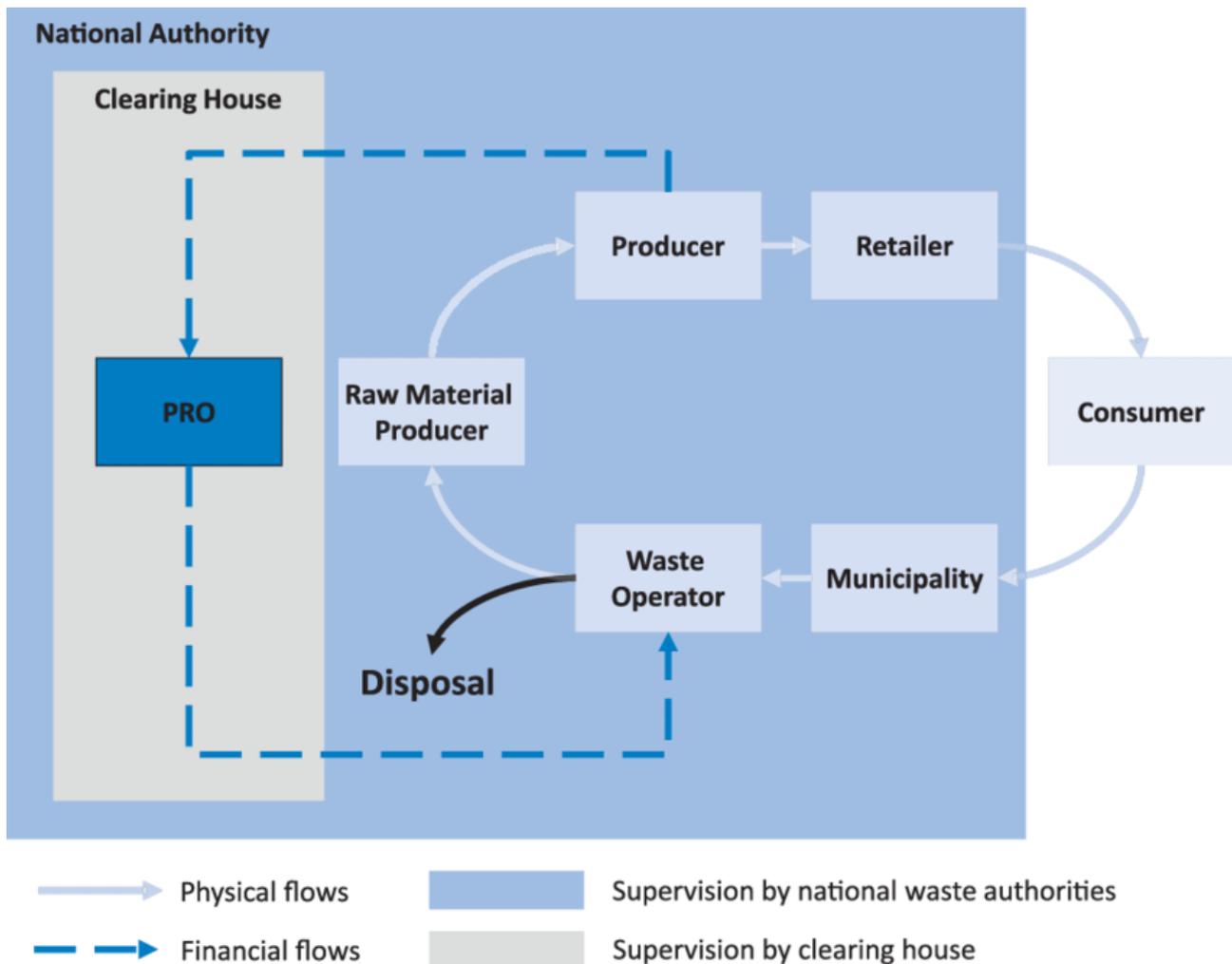
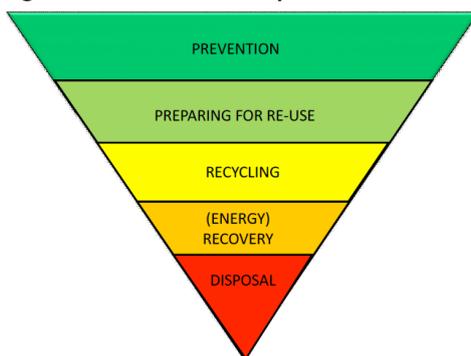


Figura 2. approccio collettivo alla raccolta e al riciclo dei rifiuti.

A livello dell'Unione Europea, l'atto legislativo che sancisce la responsabilità dei produttori nella gestione dei rifiuti, secondo il principio della EPR, è la Direttiva quadro sui rifiuti 2008/98/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio dell'Unione. In base all'articolo 4 della Direttiva quadro viene istituito il principio della gerarchia di trattamento dei rifiuti (The Waste Management Hierarchy, Figura 3). In sintesi, la Commissione Europea ha stabilito che la corretta gestione dei Rifiuti deve rispettare una precisa gerarchia di azioni che segue un ordine dettato dal livello di priorità e sostenibilità ambientale: prima tra queste nella scala gerarchica è la prevenzione dei rifiuti, mentre lo smaltimento in discarica, concepito come opzione residuale da azzerare nel tempo, si trova in fondo.

Figure 3 – Waste hierarchy



Source: [European Commission](#).

Figura 3. The Waste Management Hierarchy.

5.2.2 La Direttiva Comunitaria 2006/66/EC

Il fine vita delle batterie prodotte e immesse nel mercato UE è regolato dalla direttiva comunitaria 2006/66/EC che mira in primo luogo a ridurre al minimo l'impatto negativo di tali dispositivi e dei loro rifiuti, nonché ad armonizzare i requisiti relativi al contenuto di metalli pesanti e all'etichettatura di pile e accumulatori (cfr. Preambolo e Art. 1). L'articolo 8 della Direttiva fornisce indicazioni affinché siano predisposti adeguati sistemi di raccolta che consentano agli utilizzatori finali (ossia i consumatori) di disfarsi dei rifiuti di pile o accumulatori in punti di raccolta loro accessibili nelle vicinanze, tenuto conto della densità della popolazione, a costo zero e senza



AGROVOLTAICA™

obbligo di acquisto di una nuova batteria o accumulatore (art. 8.1). All'articolo 10 della Direttiva vengono stabiliti obiettivi minimi di raccolta differenziata. Produttori (o dei terzi che agiscono per loro conto, PRO) dovrebbero istituire sistemi che utilizzino le migliori tecniche disponibili (BAT) per provvedere al trattamento e al riciclo di tali prodotti fuori uso (articolo 13.4). Costi di raccolta, di trattamento e di riciclo di tutti i rifiuti dovrebbero essere a carico dei produttori (articolo 16.1). Altri costi a carico dei produttori dovrebbero essere quelli delle campagne pubbliche d'informazione sulla raccolta e il riciclo di tutti i rifiuti derivanti da pile e accumulatori.

In Italia la direttiva viene recepita con il Decreto Legislativo 188 del 20 novembre 2008 "Attuazione della direttiva 2006/66/CE concernente pile, accumulatori e relativi rifiuti e che abroga la direttiva 91/157/CEE, con cui viene anche istituito il Centro di Coordinamento Nazionale Pile e Accumulatori (CDCNPA) con lo scopo di coordinare le attività dei vari consorzi operanti sul territorio nazionale.

5.3 LA SECOND LIFE DELLE BATTERIE

5.3.1 Valutazione dello stato di salute delle batterie al litio ione

Si tratta di una valutazione effettuata su batterie con elevate capacità, quindi essenzialmente batterie per autoveicoli elettrici (EV). Normalmente, in mancanza di problemi specifici, le celle vengono ritirate dal veicolo quando la loro capacità residua è inferiore all' 75% di quella nominale. La tematica della stima dell'invecchiamento delle batterie Li-ione si lega a quella dello studio del suo stato di salute (SOH, dall'inglese State Of Health). Tale studio permette di decidere quando una batteria non è più adatta allo scopo per cui è stata fabbricata e commercializzata ma può ancora assolvere il suo compito in applicazioni di tipo secondario che siano meno esigenti in termini di prestazioni.

L'SOH si può definire come rapporto tra la capacità residua e quella nominale della batteria:

Dove C_0 è la capacità iniziale (o nominale) della batteria, mentre C è la capacità finale (Figura 4).



AGROVOLTAICA™

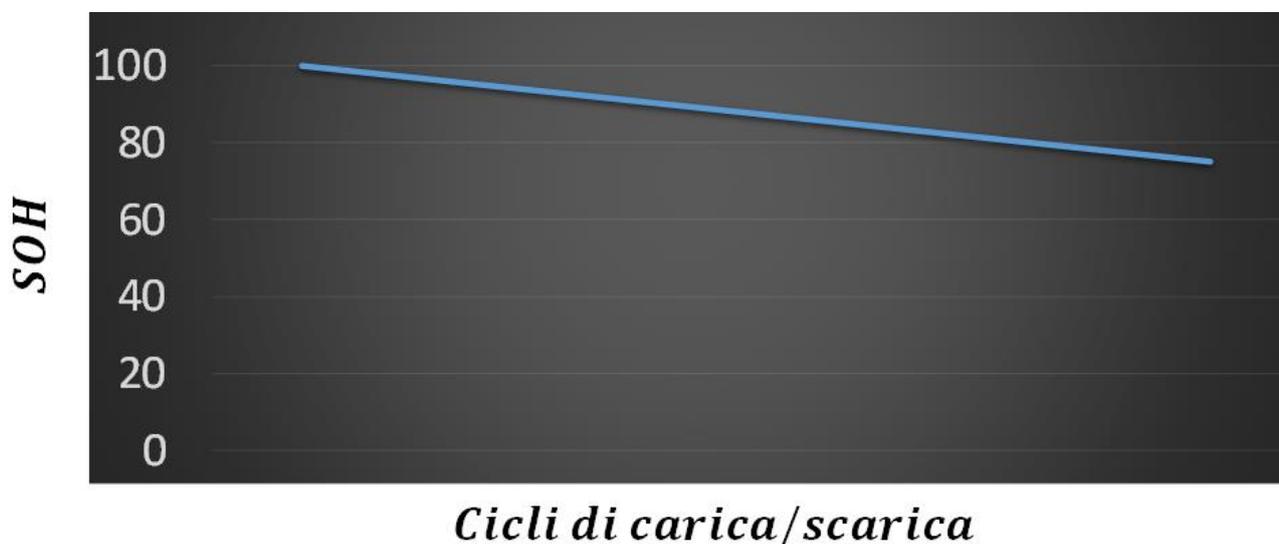


Figura 4.State of health (SOH) della batteria..

In alternativa, l'SOH si può definire come rapporto tra la resistenza misurata e quella iniziale [9]. In generale si determina quindi il rapporto tra il valore attuale di un parametro che caratterizza le prestazioni della batteria, quale capacità, impedenza e resistenza, e il suo valore nominale [9]. L'impedenza ad esempio $Z(j\omega^*)$ si ottiene a frequenza variabile, mentre la resistenza R si può misurare a una determinata frequenza o utilizzando un gradino di corrente. Una definizione ulteriore che si può incontrare in letteratura per l'SOH è la seguente [9]:

dove R_0 è la resistenza iniziale, R_i quella attuale, mentre R_{eol} è il valore atteso a fine vita (end of life) delle celle. Queste definizioni non sono univoche perché ognuna si riferisce ad un parametro di interesse della batteria, come potenza (resistenza), energia (capacità), e caratteristiche elettrochimiche delle interfasi elettrodiche (impedenza) [9].

Lo stato di salute non è legato esclusivamente al numero di cicli di vita delle batterie e alla tipologia di cicli a cui sono sottoposte, ma anche a possibili abusi sulle celle quali esposizione ad alte temperature o procedure di carica o scarica troppo drastiche.

5.3.2 Dal ricondizionamento alle smart grid



AGROVOLTAICA™

Il mercato degli autoveicoli elettrici ha conosciuto uno sviluppo impetuoso negli ultimi anni e ha richiesto la produzione e diffusione di batterie Li-ione di elevata capacità. A seconda del produttore e dell'utilizzo, una batteria per veicoli elettrici (EV) può scendere al 70% della sua capacità nominale e non essere più adatta per alimentare il veicolo elettrico in tempi che vanno dai 5 ai 10 anni. La batteria potrebbe essere rigenerata mediante smontaggio e sostituzione degli elementi deteriorati per ottenere un prodotto ricondizionato, utilizzabile in un gran numero di applicazioni secondarie. In altre parole la batteria EV sarebbe pronta a vivere una seconda vita (second life) in un contesto diverso da quello per cui era stata originariamente progettata, come ad esempio per lo stoccaggio di energia, per l'alimentazione di infrastrutture fisse come lampioni o ascensori etc. Inoltre, il previsto aumento della potenza delle batterie Li-ione potrebbe estendere il loro ambito di utilizzo secondario alla gestione della rete elettrica (nello specifico le cosiddette Smart Grid ossia rete intelligente), e l'accumulo di energia per applicazioni domestiche e industriali. In particolare, le batterie Li-ione sono le prime candidate per l'accumulo di energia derivante da risorse rinnovabili intermittenti, come il fotovoltaico e l'eolico, con lo scopo di appianare la differenza tra domanda e offerta [10]. Questo importante valore aggiunto, e i nuovi sviluppi normativi sul riutilizzo e sul riciclo, hanno portato alla nascita di un mercato emergente secondario delle batterie Li-ione stimato in \$ 24 miliardi entro il 2030 [11]. In aggiunta, la rigenerazione e il riuso delle batterie Li-ione prima della totale dismissione e riciclo per il recupero dei materiali costituiscono una tappa fondamentale per la riduzione dei rifiuti a favore dei processi di economia circolare.

Alcune fra le applicazioni ritenute al momento più interessanti (Figura 5) per la second life delle batterie Li-ione sono [12]:

- Self-consumption: le batterie trovano nuova applicazione per immagazzinare energia elettrica prodotta dai pannelli fotovoltaici installati sui tetti di edifici per uso domestico e industriale;
- Area regulation: si basa sulla precedente applicazione di self-consumption in cui il sistema, oltre ad immagazzinare energia, agisce per stabilizzare la rete;
- Transmission Deferral: il sistema di accumulo fornisce supporto di alimentazione a un trasformatore di rete di quartiere quando la richiesta di energia è superiore alla capacità del trasformatore stesso. In questo scenario, le batterie ausiliarie si caricano durante i periodi in cui la richiesta di energia è bassa e forniscono energia quando necessario.
- Fast EV Charge: la batterie di second life viene utilizzata per la carica veloce di veicoli elettrici (EV) in cui può essere necessaria per brevi periodi una potenza superiore rispetto a quella fornita dall'alimentatore.



AGROVOLTAICA™

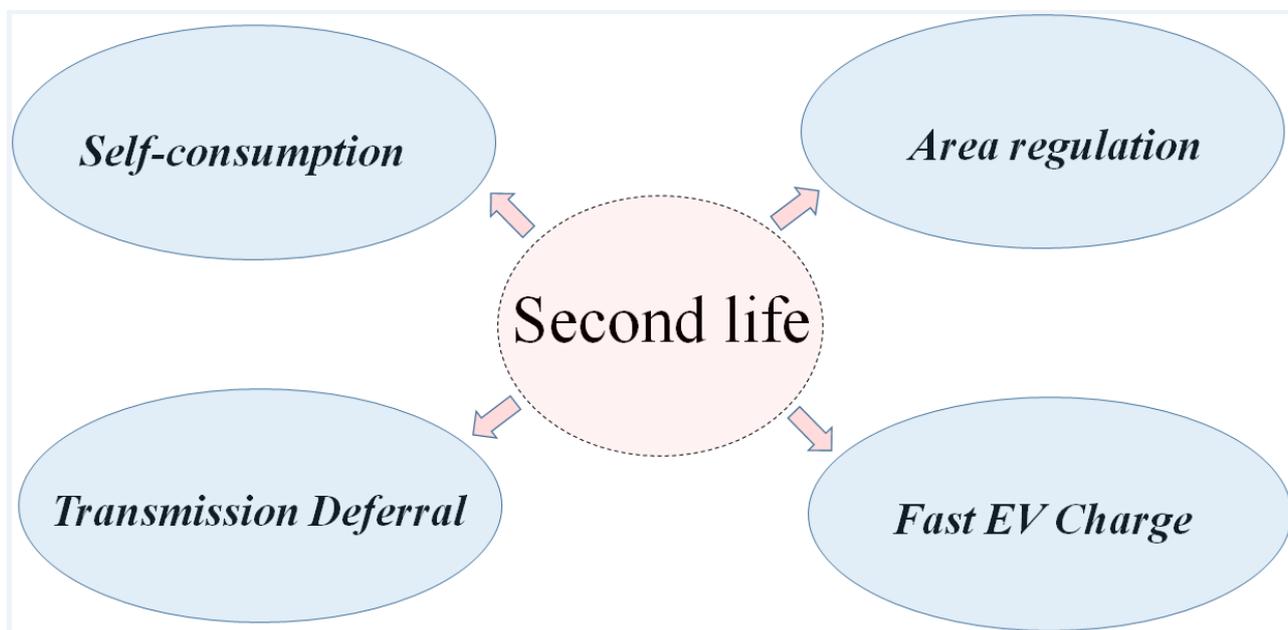


Figura 5. Applicazioni di second life delle batterie Li-ione.

Dato che le batterie EV sono costituite da pacchi e moduli di celle, sistemi elettronici e di raffreddamento, ci sono due diverse strategie da seguire per la loro preparazione per il riutilizzo [13]. La prima, Direct Reuse, prevede il riutilizzo diretto della batteria dopo una valutazione dello stato di salute e della funzionalità. La seconda strategia, Battery Repurposing, prevede lo smantellamento della batteria in moduli per raggrupparli nuovamente formando un nuovo prodotto progettato per applicazioni di second life. Per quanto la seconda strategia offra la possibilità di ottenere un prodotto specificatamente pensato per la nuova applicazione, è molto più dispendiosa sia dal punto di vista economico che ambientale, e quindi meno competitiva rispetto alla prima.

A sua volta il Direct Reuse può essere realizzato attraverso tre strategie [13]:

- All in one, che prevede il riuso di tutte le batterie insieme, a prescindere dal modello;
- Selection, in cui le diverse batterie sono classificate in base a determinate caratteristiche;
- Complete Specialization, che prevede invece l'utilizzo esclusivo di un solo tipo di batteria.
-



AGROVOLTAICA™

5.4 RICICLO E PROCESSI DI RECUPERO DEI MATERIALI

5.4.1 Fasi del processo di riciclo

Il complesso processo di riciclo di una batteria Li-ione si compone di diverse fasi con vari approcci tecnologici, a seconda della complessità costruttiva delle celle (sia a livello di assemblaggio che di chimica) e delle strategie adottate dai diversi impianti al fine di garantire competitività economica.

Si può immaginare di applicare alle batterie Li-ione esauste una catena di riciclo generalizzata (Figura 6) che consiste di quattro fasi di processo con due processi unitari per ciascuna fase [14]:

- Preparazione: logistica dei rifiuti e preselezione;
- Pretrattamento: smontaggio e bonifica batterie;
- Processamento: liberazione e separazione materiali;
- Metallurgia: estrazione e recupero metalli.

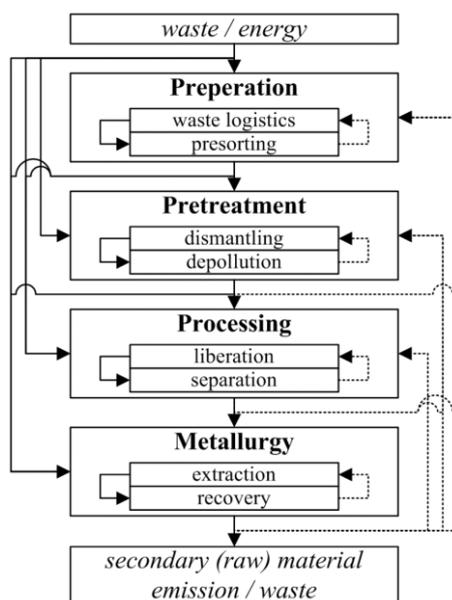


Figura 6. Catena di riciclo.



AGROVOLTAICA™

5.4.2 Preparazione

Logistica dei rifiuti: sistemi di raccolta per le batterie Li-ione sono già disponibili o in via di attuazione. Dai centri di raccolta le batterie esaurite vengono manipolate e immagazzinate in sicurezza e poi trasportate direttamente all'impianto di trattamento successivo [14].

Preselezione: le batterie esauste non vengono solitamente raccolte tenendo conto delle diverse origini, tipologie e composizioni. Pertanto, esse vengono separate in base alle differenti caratteristiche, utilizzando personale addestrato o sensori in percorsi automatizzati per l'applicazione delle tecnologie di riciclo specializzate (Figura 7).

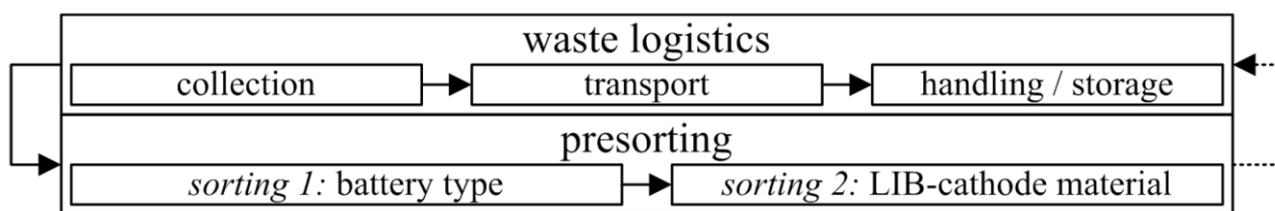


Figura 7. Fase di preparazione.

5.4.3 Pretrattamento

Il pretrattamento della batteria (Figura 8) prevede il suo smontaggio e la successiva bonifica.

Smontaggio: le batterie devono essere smontate a un livello definito. Lo smontaggio è una fase del processo di riciclo che richiede tempo e quindi costi notevoli a causa della complessità delle batterie esaurite. Spesso, le attrezzature tecnologiche coinvolte nei processi successivi come forni o dispositivi di frantumazione sono limitate per quanto riguarda la dimensione o la massa di materiale che possono trattare. Lo smontaggio delle batterie genera parti metalliche, plastiche e componenti elettronici che possono seguire processi di riciclo indipendenti (riciclo diretto) aumentando l'efficienza del processo complessivo [14]. Inoltre, componenti funzionali o assemblaggi riutilizzabili possono essere destinati ad applicazioni di second life. La fase di smontaggio delle batterie può avvenire a livello manuale, semiautomatico (ibrido) e completamente automatico.



AGROVOLTAICA™

Bonifica: La bonifica nell'ambito del riciclo delle batterie Li-ione impedisce il trasferimento di componenti critici o pericolosi nelle fasi di processo successive ed evita il rilascio di emissioni nocive nell'ambiente. A seconda del particolare processo di riciclo, la bonifica avviene attraverso diversi metodi come il processo di scarica, il trattamento criogenico e/o il trattamento termico [15]. Di conseguenza, la bonifica è anche chiamata disattivazione, passivazione o stabilizzazione.

- La scarica è un metodo che abbassa il contenuto di energia elettrochimica della batteria. Questo metodo è utilizzato principalmente per i processi di riciclo che utilizzano lo smontaggio e la separazione meccanica. Le celle elettrochimiche possono essere scaricate per immersione in soluzioni saline (principalmente salamoie di NaCl), in polveri di conduttori metallici o in grafite [15]. Quando si utilizzano salamoie, sono possibili anche reazioni collaterali indesiderate che portano alla corrosione dei contatti elettrici o dei componenti dell'alloggiamento, nonché al rilascio di idrogeno o altri gas. Nonostante ciò la scarica in salamoia è attualmente un metodo comune per le batterie a bassa capacità. Invece, la scarica ohmica utilizzando un circuito esterno con resistore è il metodo più comune e pratico per celle di batterie di grandi dimensioni con capacità elevate.
- Il trattamento criogenico è un metodo che evita le reazioni esotermiche, specialmente durante le fasi successive del processo di riciclo. La ridotta mobilità ionica di batterie esposte a basse temperature (intorno a -200 °C) rallenta in modo significativo eventuali reazioni indesiderate dopo l'apertura.
- Metodi termici come la pirolisi o la calcinazione, invece, rimuovono facilmente i componenti elettrolitici infiammabili e abbattano i composti organici. Questi processi termici decompongono parzialmente anche alcuni componenti come il separatore e il legante dei rivestimenti metallici degli elettrodi e vengono eseguiti in forni a induzione sotto vuoto, forni rotativi o altoforni [14].



AGROVOLTAICA™

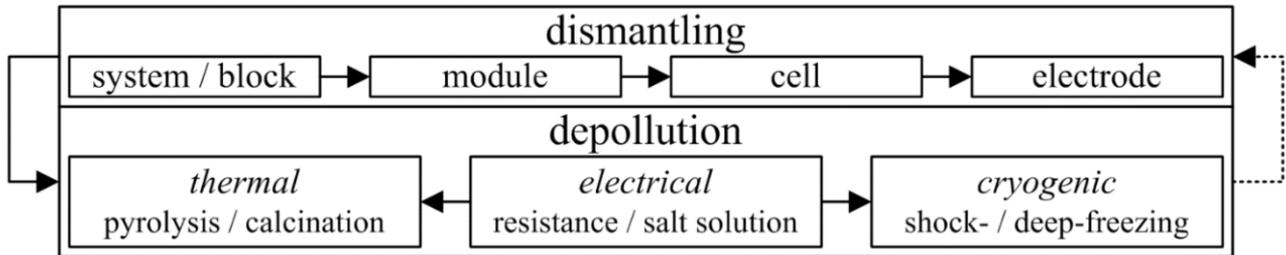


Figura 8. Fase di pretrattamento.

5.4.4 Processamento

Lo scopo di questa fase è di disgregare i componenti della cella al fine di separarli in frazioni definite, e prevede la liberazione e la separazione dei materiali.

Liberazione: include il controllo delle dimensioni per influenzare l'adattabilità e l'efficienza delle tecnologie di separazione fisica. Le batterie a bassa capacità vengono frantumate in atmosfera protetta a base di gas come anidride carbonica, azoto, argon o elio, oppure in acqua o soluzioni saline. Quando si utilizza l'acqua è necessario adottare alcune precauzioni a causa di possibili reazioni indesiderate con l'elettrolita (es. formazione di HF). I metodi di liberazione termica e chimica vengono utilizzati per de-laminare il materiale di rivestimento dai fogli metallici del collettore di corrente. I metodi termici come la pirolisi o l'arrostimento decompongono i leganti, mentre i metodi chimici dissolvono il portacorrente portando al distacco del materiale elettrodico [14].

Separazione: rappresenta una selezione meccanica effettuata sulla base delle proprietà elettromagnetiche, elettrostatiche, di densità e di granulometria al fine di separare i principali componenti e materiali liberati. I processi comunemente usati sono la separazione magnetica, la separazione per gravità o con tavoli oscillanti pneumatici, nonché la flottazione. I materiali elettrodici recuperati con metodi meccanici e fisici sono una miscela multicomponente che necessita di essere raffinata ulteriormente mediante un processo metallurgico al fine di ottenere prodotti ad elevata purezza. In ogni caso la combinazione delle fasi di separazione è estremamente specifica per il materiale e il processo considerati [14].



AGROVOLTAICA™

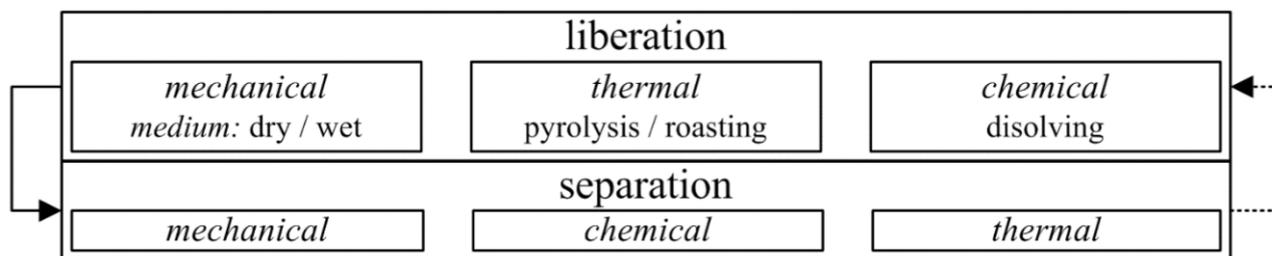


Figura 9. Fase di processamento.

5.4.5 Metallurgia

I processi di raffinazione metallurgica vengono classificati come processi idro- e piro- metallurgici, e possono prevedere anche un possibile recupero biologico dei metalli.

5.4.5.1 Processo pirometallurgico

Il processo pirometallurgico è caratterizzato dall'utilizzo di alte temperature, generalmente comprese fra 800 °C e 1250 °C ed è quindi idoneo al recupero dei materiali metallici, ma non di grafite, carbone o materiali plastici. La fusione dei metalli produce una lega di rame, cobalto, nichel e ferro che viene venduta come materia prima seconda, come la lega d'acciaio. I singoli metalli sono successivamente recuperati per lisciviazione. La scoria invece include litio, alluminio, silicio, calcio, manganese ma il riciclo di alluminio o litio dalle scorie non è né economico, né ad alta efficienza energetica. Pertanto in generale le scorie sono attualmente utilizzate come materiale di riempimento, ad esempio nella costruzione di strade o nel calcestruzzo, oppure vengono depositate in discariche. Le tecnologie pirometallurgiche mostrano una flessibilità relativamente bassa e sono caratterizzate da basse capacità, elevato consumo di energia e limitata efficienza di riciclo. Un vantaggio di questa tecnologia è tuttavia la sua robustezza in quanto richiede un modesto pretrattamento e condizionamento del materiale da riciclare poiché molti potenziali pericoli sono minimizzati dalla fusione [2].

5.4.5.2 Processo idrometallurgico

Il processo idrometallurgico prevede il recupero dei metalli presenti nelle batterie Li-ione mediante il processo chimico di lisciviazione con acidi o basi. L'operazione è normalmente eseguita con acido solforico, cloridrico o nitrico, a temperature moderate.

Per ottenere un tasso di lisciviazione ottimale bisogna considerare diverse condizioni, quali concentrazione dell'acido di lisciviazione, tempo, temperatura della soluzione, rapporto solido-liquido e aggiunta di un agente riducente. Vari studi hanno suggerito che l'efficienza di lisciviazione migliora mediante l'aggiunta di acqua ossigenata (H₂O₂) che agisce da agente riducente, per esempio per convertire i sali di Co (III) insolubili a quelli di Co (II) solubili [16, 17].

Pertanto ad oggi la combinazione più comune riportata per i trattamenti idrometallurgici è H₂SO₄/H₂O₂. Una volta lisciviati, i metalli possono essere recuperati attraverso una serie di reazioni di precipitazione controllate manipolando il pH della soluzione. Il cobalto viene solitamente recuperato come solfato, ossalato, idrossido o carbonato, invece il litio può essere estratto attraverso una reazione di precipitazione formando Li₂CO₃ o Li₃PO₄. Sebbene questa operazione di lisciviazione abbia un basso consumo energetico, possono essere necessarie operazioni aggiuntive per trattare i gas e le acque reflue prodotte.

5.4.5.3 Recupero biologico dei metalli

Il recupero biologico dei metalli prevede l'utilizzo di batteri o funghi per recuperare metalli preziosi. Tale approccio è stato già utilizzato con successo nell'industria mineraria, ed è una tecnologia emergente potenzialmente complementare ai processi idrometallurgici e pirometallurgici per il recupero dei metalli dalle batterie Li-ione, [17]. La biometallurgia si divide in due aree principali: la biolisciviazione ed il bioassorbimento. La biolisciviazione è stata applicata con successo nel recupero di metalli da solfuri metallici mediante reazioni assistite da microrganismi. L'estrazione di metalli come Co, Mo, Ni, Pb e Zn da minerali solfurei mediante biolisciviazione è quindi tecnicamente possibile. Tuttavia, solo rame ed oro sono ad oggi prodotti



AGROVOLTAICA™

industrialmente in questo modo in quantità significative. Il bioassorbimento è un processo in cui possono essere utilizzati sia organismi viventi sia disattivati (sotto forma di biomassa): si tratta infatti di un'interazione passiva chimico-fisica tra i gruppi carichi esposti sulla superficie dei microrganismi e gli ioni in soluzione. Numerosi microrganismi, compresi alghe, batteri, lieviti e funghi sono stati utilizzati in questi processi biologici come ad esempio *Acidithiobacillus ferrooxidans* e *Aspergillus niger* [18]. I processi biologici, e specialmente quelli basati sul bioassorbimento, offrono una serie di vantaggi rispetto ai metodi convenzionali quali bassi costi di gestione, minimizzazione del volume di sostanze chimiche e/o di fanghi biologici da manipolare ed alta efficienza nella decontaminazione degli effluenti [19].

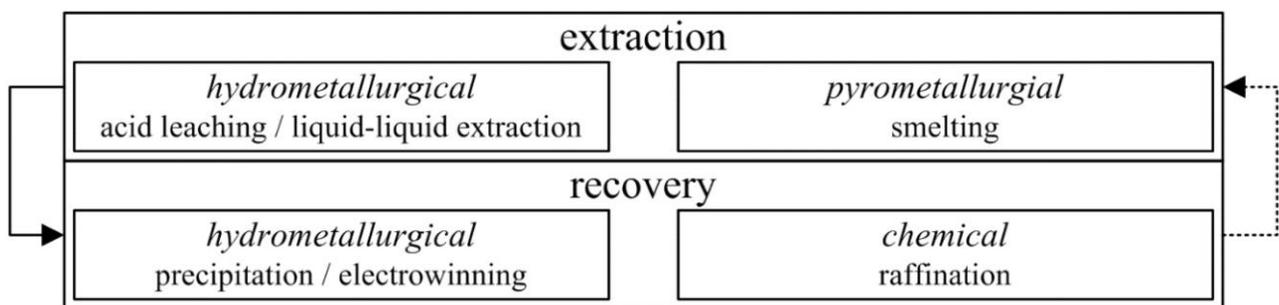


Figura 10. Fase metallurgica.



AGROVOLTAICA™

6 Stima di spesa e quadro economico

COMPUTO METRICO ESTIMATIVO

DESCRIZIONE	UNITA' DI MISURA	QUANTITA'	PREZZO UNITARIO (€)	PREZZO TOTALE (€)
A) LAVORI				
IMPIANTO DI CANTIERE ADEGUATO ALLA PORTATA DEL LAVORO				
Impianto di cantiere adeguato alla portata del lavoro, compresi gli oneri per l'impianto e lo spianto delle attrezzature fisse e dei macchinari di normale uso, delle baracche per il personale e il ricovero delle merci e delle attrezzature certificate e rispondenti alla vigente normativa. Compresi, inoltre, il carico, il trasporto, lo scarico e gli allacciamenti per acqua e telefono nonché gli oneri per l'occupazione di suolo pubblico per la durata necessaria all'esecuzione dei lavori e delle spese necessarie all'espletamento delle relative pratiche amministrative. Compenso calcolato sull'importo dei lavori.	%	Circa 1%		15.000,00



AGROVOLTAICA™

SMONTAGGIO PANNELLI FOTOVOLTAICI				
Smontaggio di pannelli fotovoltaici dalla struttura portante e trasporto presso smaltimento. Nel prezzo si intendono comprese tutte le attrezzature necessarie per dare il lavoro finito a regola d'arte, l'accatastamento in cantiere e il trasporto con mezzi adeguati entro il raggio di 10 km dal cantiere. Il prezzo si intende per modulo.	Nr.	66.222	8,00	529.776,00
SMONTAGGIO DI STRUTTURE E MANUFATTI METALLICI				
Smontaggio di strutture e manufatti in profili metallici normalizzati. Nel prezzo si intendono compresi e compensati gli oneri per le necessarie opere provvisorie e di sicurezza, l'abbassamento, l'accatastamento del materiale giudicato recuperabile dalla D.L. che rimarrà di proprietà della ditta appaltante, lo sgombero, la raccolta differenziata del materiale di risulta, il conferimento con trasporto in discarica autorizzata del	Kg	1.273.815,60	0,20	254.763,12



AGROVOLTAICA™

materiale di risulta in eccedenza, l'indennità di discarica e quanto altro necessario per dare il lavoro finito a regola d'arte.				
DEMOLIZIONE ELETTRODOTTI				
Demolizione completa di elettrodotti, consistente nello scavo, estrazione dalle sedi delle condutture, smontaggio di eventuali supporti, sfilo dei cavi, accatastamento e ricovero in apposito magazzino. Il ricavo derivante dalla vendita del rame recuperato potrebbe eccedere gli oneri di dismissione. Prudenzialmente valutiamo tale somma solo a completa copertura degli oneri di dismissione.	m	348.781,47	0,00	0,00
DEMOLIZIONE COMPLETA DI FABBRICATO cabine ac/dc e BESS (stoccaggio)				
Demolizione completa delle 40 platee di fondazione eseguita con mezzi meccanici, compreso il carico su automezzo, e il trasporto del materiale di risulta alle pubbliche discariche.	m ³	5.600	12,71	71.176,00



AGROVOLTAICA™

SMALTIMENTO CONTAINER (CABINE AC/DC) + STORAGE Il ricavo derivante dalla vendita dei container recuperati potrebbe eccedere gli oneri di dismissione.	Nr.	30	0,00	0,00
SISTEMAZIONE DI TERRENO SUPERFICIALE				
Sistemazione di terreno superficiale secondo le prescrizioni contenute nelle Norme Tecniche. Livellamento del terreno, eliminazione di scarti delle lavorazioni di cantiere.	m ²	662.283,89	0,50	331.141,94
SUB-TOTALE				1.201.857,06
ONERI FORFETTARI				
Oneri fiscali e spese tecniche	%	10		120.185,71
TOTALE				1.322.042,77



6.1 Elaborati grafici

Per quanto riguarda le opere oggetto di rimozione e di demolizione si rimanda ai seguenti **elaborati grafici allegati al progetto:**

TAV.02 INDIVIDUAZIONE AREA DI INTERVENTO SU C.T.R.

TAV.10 STATO DI PROGETTO – PLANIMETRIA GENERALE

TAV.11 STATO DI PROGETTO – STRUTTURE DI SUPPORTO MODULI FOTOVOLTAICI

TAV.15 STATO DI PROGETTO – VIABILITA' DI ACCESSO E OPERE COMPLEMENTARI

TAV. 16 STATO DI PROGETTO – LINEE ELETTRICHE: TRACCIATI E SEZIONI TIPO

TAV. 18 STATO DI PROGETTO – CABINE ELETTRICHE

TAV.22.2 STATO DI PROGETTO – SOTTOSTAZIONE UTENTE (SSU)- FABBRICATI