

## Principali progetti di circolarità

Stiamo sviluppando diversi progetti legati principalmente ai nuovi asset (eolico, solare, BESS e sviluppo rete) e ai prossimi prodotti/servizi per i clienti finali, con l'obiettivo di ridurre il consumo di materie prime, in particolare quelle critiche.

Le iniziative si focalizzano su tre dei cinque pilastri del modello:

- **Circular design – utilizzo di input circolari**

Diverse soluzioni per ridurre il consumo di materie prime utilizzano input circolari ovvero da precedenti cicli di vita (per esempio, utilizzo di plastica riciclata per gli smart meter e le infrastrutture di ricarica per veicoli elettrici o alluminio riciclato per gli impianti di illuminazione pubblica) o identificando nuove soluzioni che utilizzano materiali alternativi e più sostenibili (per esempio, torri in legno per impianti eolici, pale eoliche innovative in tessuto o torri ibride nelle quali la base e le prime sezioni vengono sostituite da un piedistallo in cemento che sarà realizzato direttamente in sito, riducendo significativamente l'uso di acciaio). Altro progetto in tal senso è quello relativo alla partnership con Vulcan Energy per lo sviluppo di progetti per l'estrazione di litio geotermico.

- **Circular use – estensione della vita utile**

Riducendo la necessità di nuovi asset riduce anche il relativo fabbisogno di materiali. Tra le diverse iniziative implementate, l'applicazione di tecniche di machine learning per la manutenzione predittiva negli impianti di produzione e

distribuzione di energia elettrica oppure tecnologie di riparazione avanzate come l'additive manufacturing.

- **Value recovery – identificazione di nuovi cicli di vita**

Quando un asset raggiunge la fine della vita utile l'obiettivo è individuare nuovi cicli di vita attraverso soluzioni che consentano di massimizzare la quantità di materiali recuperabili per reintrodurli nel ciclo produttivo. Tutte le diverse Linee di Business del Gruppo sono coinvolte attivamente in progetti di riciclo dei principali asset: dal PV con il progetto Photorama che ha l'obiettivo di riciclare il 95% dei materiali, alla vendita per il recupero degli scarti metallici, al riciclo dei pali delle linee elettriche, riutilizzando il materiale recuperato per i nuovi pali, alla realizzazione in Spagna di un impianto di riciclo per le batterie con una capacità target di 8.000 ton/anno, fino a una gestione circolare degli asset informatici del gruppo dismessi prevedendone il riutilizzo da parte dei dipendenti, la vendita a terze parti o la donazione per fini sociali (si veda il capitolo "Digitalizzazione"). Inoltre, stiamo valutando nuovi modelli per la valorizzazione delle materie prime seconde: per esempio, in Spagna si sta testando la collaborazione con impianti autorizzati al trattamento e recupero di rottami metallici, al fine di ottenere materie prime seconde da immettere in nuovi cicli produttivi.

Di seguito alcuni esempi di progetti implementati:

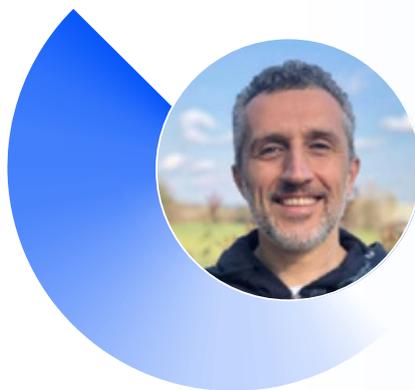
	 <b>Storage</b>	 <b>Eolico</b>	 <b>Solare</b>	 <b>Grid</b>	 <b>Customer solutions</b>	<b>Cross</b>	
<b>CIRCULAR DESIGN</b>	<b>Input circolari</b>	Litio geotermico (Vulcan Energy)	Torre eolica con materiali in legno (3SUN)	Pannelli solari con plastica riciclata	Circular Smart Meter con plastica riciclata	Plastica riciclata per stazioni di ricarica EV	Passaporto materiali
		Nuove tecnologie per l'accumulo: Thermal Energy Storage	Materiali tessili per pale eoliche	Celle in rame in sostituzione dell'argento (3SUN)		Alluminio riciclato per impianti di illuminazione pubblica	K di sostenibilità per procurement
		Nuove tecnologie per l'accumulo: storage gravitazionale	Torri eoliche ibride		Redesign degli asset della rete		
<b>CIRCULAR USE</b>	<b>Estensione vita utile</b>	2 <sup>nd</sup> life Battery Melilla (Spain)					Manutenzione predittiva
		Progetto PIONEER (Italy)					Riparazione attraverso additive manufacturing
		Software previsione guasti (IPCEI)					
<b>VALUE RECOVERY</b>	<b>Nuovi cicli di vita</b>	Riciclo batterie EV	Riciclo pale eoliche (Wind New Life)	Riciclo del pannello solare (Photorama)	Grid mining		Vendita di rottami metallici
							Nuovi modelli per la valorizzazione di materie prime seconde dai rottami metallici

La strategia di Circular Procurement di Enel mira a migliorare la circolarità dei prodotti e dei servizi acquistati attraverso la definizione di metriche (quali il sistema EPD, Environmental Product Declaration) per valutare gli impatti ambientali a vita intera legati ai flussi di materia ed energia delle categorie merceologiche strategiche acquistate, co-innovazione con i fornitori e utilizzo di requisiti di gara e fattori premianti per incentivare i fornitori a offrire pro-

dotti sempre più circolari. Il Gruppo Enel sta sviluppando, inoltre, strumenti e strategie per migliorare la tracciatura dei materiali lungo la catena del valore e per spingere i fornitori a efficientare l'utilizzo dei materiali puntando su riciclo e recupero a fine vita e aumentare la trasparenza. Per approfondimenti si veda il capitolo "Catena di fornitura sostenibile".

## Innovazione tecnologica nella produzione di pannelli solari (3SUN)

Il nuovo modulo solare HJT (Hetero Junction Technology) che sarà prodotto nel 2024 nella 3SUN Gigafactory di Catania è un modulo fotovoltaico bifacciale di ultima generazione che garantisce un minor degrado dei moduli fotovoltaici e che ne prolunga la vita utile a oltre 30 anni. Grazie alla sua alta efficienza (pari a circa il 24%) dovuta alla possibilità di utilizzare wafer di maggiore estensione e più sottili, utilizzerà già in partenza un ridotto quantitativo di silicio per potenza di picco. Inoltre, come evoluzione ulteriore si sta sviluppando il nuovo pannello HJT Tandem che consentirà di superare notevolmente lo stato dell'arte delle celle fotovoltaiche in termini di efficienza, arrivando a oltre il 30%; ciò permetterà di aumentare del 15-20% l'efficienza di un modulo tradizionale e permetterà di produrre maggiore energia, a parità di moduli installati, richiedendo quindi un fabbisogno minore di materiali come il polisilicio. Inoltre, si stanno sviluppando tecnologie per introdurre materiali riciclati nel processo produttivo (come la sostituzione del vetro dei pannelli con plastica riciclata) e si sta valutando la possibilità di rimpiazzare l'argento (materiale ad alto impatto ambientale) utilizzato nel processo di metallizzazione della cella con il rame.



### Andrea Tecci

Ecosystem and Circular Economy CC - EGP&TGx

*"In 3SUN stiamo lavorando per migliorare sempre di più la circolarità del modulo PV e minimizzare il consumo di materie prime agendo su tutto il ciclo di vita: utilizzando materiali circolari, migliorandone la produttività, estendendo la vita utile e infine massimizzando la quantità di materiale recuperabile a fine vita. Tutto questo per rendere questa tecnologia sempre più sostenibile e competitiva."*

## BESS – Nuove tecnologie per l'accumulo



Sempre con l'obiettivo di promuovere lo sviluppo di nuovi materiali e processi più sostenibili, verrà installato un primo innovativo impianto commerciale alternativo all'accumulo chimico basato su tecnologia gravitazionale, con l'utilizzo di materiali in sostituzione di quelli critici. L'impianto entrerà in esercizio negli Stati Uniti a partire dal 2024. Nello specifico, il sistema di stoccaggio utilizzerà l'energia elettrica in eccesso dalla rete per movimentare grandi blocchi di materiale cementizio.

Ulteriore soluzione alternativa che Enel ha installato in Italia a fine 2022 è lo storage termico (**Thermal Energy Storage – TES**) basato su materiale solido e che utilizza rocce ad alta capacità termica per trattenere l'energia termica derivante dal fluido di processo. Utilizzando rocce comuni frammentate, il sistema TES ha la capacità di immagazzinare fino a 24 MWh di calore pulito a una temperatura di circa 500 °C per almeno 5 ore. Tutti i materiali utilizzati (rocce, tubature e involucri) sono da considerarsi ambientalmente sostenibili in quanto non sono presenti composti chimici, materiali critici o infiammabili.



## Redesign di asset della rete



In ambito Enel Grids sono in corso diverse iniziative, che fanno leva anche su un ecosistema di innovazione per migliorare la circolarità dei diversi asset grazie al design e all'utilizzo di nuovi materiali.

La ricerca di soluzioni a minore impatto ambientale per i sostegni della distribuzione, ha portato Enel Grids a esplorare anche materiali alternativi a quelli convenzionali; oltre all'uso di aggregati riciclati per la fabbricazione di nuovi pali, si sta avviando l'analisi per l'utilizzo di sostegni in legno privi di impregnanti tossici con un design orientato alla totale riciclabilità a fine vita. In fase di sperimentazione sono anche soluzioni alternative ai metodi convenzionali di costruzione, con stampa 3D e per le fondazioni dei pali, al fine di ridurre tempi di posa e consumo di materiali (si veda il capitolo "Innovazione").

Sempre grazie alla piattaforma di Open Innovability®, nel 2022 sono state lanciate challenge volte a raccogliere un nuovo

concept per il design delle cabine primarie e secondarie per promuoverne l'integrazione paesaggistica armonica, l'adozione di soluzioni circolari dal punto di vista sia dei materiali utilizzati sia della condivisione degli spazi con la comunità.

### Circular Smart Meter – Closed loop recycling

Dal 2020 è iniziata la produzione del nuovo Circular Smart Meter attraverso un modello circolare e un percorso volto a ridisegnare la catena del valore del contatore elettronico, utilizzando il materiale proveniente dai contatori in dismissione per realizzare i nuovi. Nel 2022 sono stati prodotti circa 2 milioni di meter circolari. Il 48% in peso dei nuovi meter è costituito da materiali rigenerati: la riciclabilità a fine vita (plastica, acciaio e altri metalli) è stimata al 79% del peso. Nel corso della sua vita utile (15 anni), ogni smart meter circolare consente un risparmio di 7 kg di CO<sub>2</sub> e di 1,1 kg di materiale vergine.

## Stazioni di ricarica EV circular



Stiamo lavorando già da diversi anni sui prodotti in portfolio Enel X Way rivedendone il design per migliorarne la circolarità. Infatti, i nostri principali prodotti per la ricarica in AC (in corrente alternata) usano come materiale strutturale principale il policarbonato riciclato (100% per le JuiceBox e 75% per le JuicePole). Per le JuicePole, colonnine per la ri-

carica pubblica in AC installate solo nel 2022 nel numero di 3.000 nuovi punti, si è inoltre ottimizzato l'utilizzo dei materiali, riducendo il peso complessivo del prodotto di circa il 32%. Altro esempio di soluzione circolare che abbiamo implementato è il recupero tramite remanufacturing di componenti a fine vita da riutilizzare come ricambi.

## Estensione della vita utile delle batterie



Enel sta sviluppando diverse soluzioni per estendere la vita utile delle batterie, tra cui lo sviluppo da parte di Enel X nell'ambito di un progetto IPCEI di strumenti di intelligenza artificiale per la previsione di guasti, anomalie e per la modellizzazione della degradazione delle batterie agli ioni di litio al fine di estenderne la vita utile e aumentarne l'affidabilità, ottimizzando le attività operative e di manutenzione (completamento del progetto previsto entro il 2023). Ulteriore strategia per esten-

dere la vita utile delle batterie provenienti dal settore automobilistico è quella di riutilizzarle in soluzioni "Second life" come i sistemi di storage stazionario. Enel ha sviluppato a Melilla una prima soluzione di questo tipo (impianto storage di 4 MW/1,7 MWh), realizzata attraverso il riutilizzo di circa 90 batterie, e ne sta ultimando un'altra con capacità nominale di 2,5/10 MWh nell'ambito del progetto PIONEER (airPort sustainability second life battery storage) con Aeroporti di Roma.

## Progetto "Wind New Life"



Il progetto propone di sviluppare una catena del valore circolare per gestire il fine vita delle pale eoliche, attraverso lo sviluppo di due impianti in Italia e Spagna che prevederanno la raccolta delle pale, il trattamento per la produzione di materia prima seconda e il riutilizzo della stessa per la produzione di componenti ad alto valore aggiunto (materiali per l'edilizia, prodotti sanitari e per arredamento, pavimentazioni, armadietti e canaline elettriche). L'impianto spagnolo, operativo dal 2025, gestirà circa 8.000 tonnellate annue di materiali. In Italia si punta a gestirne circa 3.000 a partire dalla seconda metà del 2025.



## Grid Mining



Con l'obiettivo di massimizzare il contributo alla decarbonizzazione lungo tutta la catena del valore, è stato inoltre definito un modello di **Grid Mining & Zero Waste** che, considerando gli asset di rete come una miniera da cui attingere a fine vita, permette il recupero e la valorizzazione sul mercato di metalli preziosi e altri materiali e dispositivi da infrastrutture di distribuzione obsolete. A tal proposito, per garantire una tracciatura completa dei materiali contenuti negli asset di rete a partire dalla fase di input della value chain, abbiamo sviluppato e digitalizzato nei nostri sistemi il "Digital Product Passport" (DPP) che ci permette di avere un quadro chiaro e dettagliato delle diverse tipologie e quantità di materiali in uso. Il DPP consente non solo di monitorare eventuali materiali considerati critici, per i quali potrebbe essere utile valutare un'alternativa, ma anche di definire *ex ante* le ipotesi di riutilizzo a fine vita. A tal proposito è stata sviluppata, nell'ambito della strategia Grid Mining, la End of Life Dashboard che, a partire dalle informazioni di logistica inversa sulla tipologia e numero di asset di rete in dismissione, in stretta connessione con il DPP, ci dà informazioni sui materiali dismessi, sulla loro quantità e tipologia, e sul possibile saving di CO<sub>2</sub> legato al loro riuso come "materia prima seconda". Disporre di un sistema di

tracciatura integrato e digitalizzato lungo tutta la catena del valore rappresenta il volano verso l'ambizione di aprire la nostra "miniera" anche al mondo esterno, mettendola a disposizione di altre aziende o di settori diversi al fine di coinvolgere le rispettive filiere produttive e alimentare nuovi mercati di materia prima seconda, promuovendo lo sviluppo del territorio e il risparmio di materiali vergini, e dando vita a nuove opportunità di lavoro legate a iniziative di recupero dei materiali di scarto riducendo al minimo gli impatti ambientali.

### Il riciclaggio dei pannelli fotovoltaici (PV Recycling)

Enel, per quanto riguarda il recupero a fine vita dei pannelli fotovoltaici, sta collaborando al progetto Photorama (programma europeo Horizon 2020) che ha come obiettivo l'automatizzazione del processo di smontaggio dei pannelli solari e l'identificazione di un trattamento idoneo al recupero di materiali preziosi (purezza superiore al 99,9%), arrivando a un tasso di riciclo del 95%. Questa soluzione consentirà di migliorare il processo di recupero in termini sia di quantità recuperabili sia di qualità del materiale recuperato.