



Riassunto della Tesi di Laurea Magistrale

(Sessione marzo/aprile 2021)

" Valutazione della sostenibilità energetica delle tecnologie dell'energia solare "

Candidato: Loris Demateis Raveri

Relatore: Prof. Bernardo Ruggeri

Relatore: Dott. Carlos Enrique Gomez Camacho

Negli anni la sostenibilità ambientale ha assunto un'importanza crescente a causa del cambiamento climatico, delle emissioni di gas serra e del riscaldamento globale; così nel mondo si è cercata una soluzione alternativa alla produzione di energia da fonti non rinnovabili spostandosi verso fonti rinnovabili. Tuttavia, bisogna anche comprendere se le tecnologie utilizzate per produrre energia elettrica attraverso fonti rinnovabili sono energeticamente sostenibili. Una tecnologia energetica per essere sostenibile deve essere in grado di produrre più energia di quella necessaria per il suo funzionamento. In altre parole, una tecnologia è sostenibile se produce un'energia in eccesso come energia utile.

Per far ciò, si è utilizzata la metodologia ESA (Energy Sustainability Analysis) che utilizza tre indicatori per questa valutazione: ESI (Energy Sustainability Index), EROI (Energy Return on Invested) e EPT (Energy Payback Time). L'ESI ci fornisce una prima indicazione se una data tecnologia può essere sostenibile; viene calcolato come un rapporto energetico che punta a confrontare due grandezze fisiche di energia: l'energia prodotta e l'energia diretta spesa. Se il valore ottenuto è maggiore di 1 possiamo procedere con la valutazione di sostenibilità energetica. Successivamente, viene calcolato l'EROI come il rapporto tra l'energia netta che un impianto produce durante il suo ciclo vitale e l'energia indiretta spesa. L'energia netta è la differenza tra l'energia prodotta e l'energia diretta spesa. L'energia indiretta di una tecnologia energetica è la somma di tutte le altre quote energetiche coinvolte nel processo. Quindi, se anche l'EROI risulta maggiore di 1, allora la tecnologia sarà considerata sostenibile. L'EPT è utile per conoscere il tempo necessario, espresso in anni, affinché il sistema in analisi rimborsi l'energia indiretta che è stata sottratta ad altri scopi sociali per la costruzione e il suo funzionamento.

In questa tesi sono state analizzate tre tecnologie solari: i) un PTPP da 50 MW (PT) con fluido termovettore il synthetic thermo oil e con accumulo termico; ii) un PTPP da 5 MW a ciclo di vapore diretto (DSG) quindi con acqua come fluido termovettore e infine, iii) un impianto fotovoltaico da 5 MW (PV).

Per ottenere i risultati elaborati è stato necessario valutare tutti i componenti che costituiscono gli impianti oggetto di studio; così facendo si sono ottenuti i materiali/chemicals che costituiscono i singoli componenti dell'impianto. Conosciuti i materiali/chemicals attraverso il prodotto con i loro relativi GER (MJ/kg), trovati con l'ausilio del database *Ecoinvent v.2.2* presente nel software *SimaPro v.7.2*, vengono calcolate le energie indirette utili a determinare i tre indicatori. Il GER è un parametro che tiene conto di tutti i contributi energetici spesi durante tutto il ciclo di vita del materiale ed è espresso in unità di energia equivalente MJ_{eq}/kg. Inoltre, vengono anche determinate le energie dirette dell'impianto utili alla valutazione della sostenibilità energetica.



Infine, dai valori ottenuti, si sono calcolati i tre indici dell'ESA per ogni tipologia di impianto; l'impianto DSG è risultato il più sostenibile, seppur di poco, con un'ESI di 6,25, un'EROI di 2,79 e un'EPT di 8,95. Con minimo scarto il PT presenta un'ESI di 6,25, un'EROI di 2,45 e un'EPT di 10,22. Infine, il PV con valori di 180,16, 2,26 e 11,04 per ESI, EROI ed EPT presenti in **figura 1**.

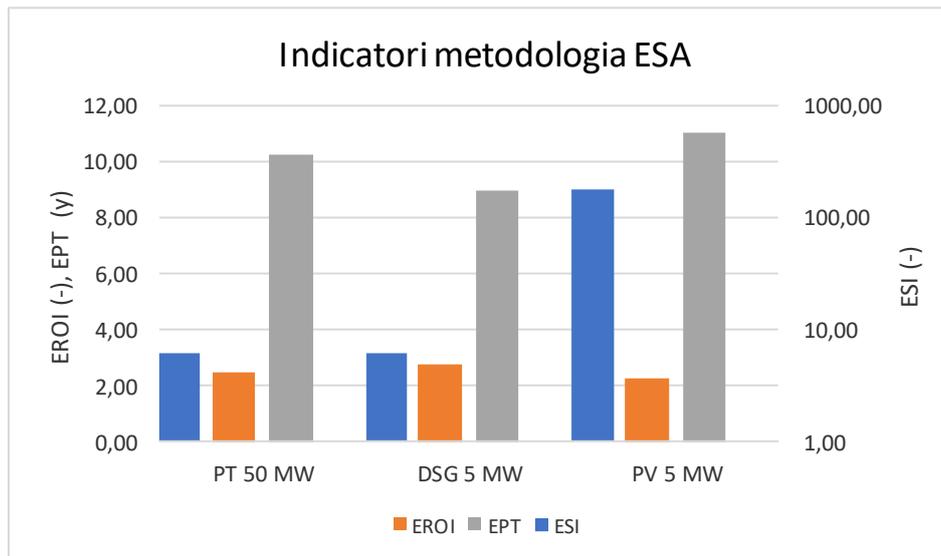


Figura 1 ESI, EROI e EPT dei casi studio considerati.

Come si evidenzia dai valori di EROI, le tre tecnologie prese in esame sono energeticamente sostenibili, ma se rapportiamo questi valori con le tecnologie utilizzate per produrre energia elettrica da fonti non rinnovabili i risultati sono deficitari. Inoltre, rispetto ai valori della letteratura (principalmente di EROI, che è la metrica più diffusa), i risultati attuali sono inferiori. Ciò è probabilmente dovuto al fatto che la procedura di inventario secondo la metodologia ESA tende ad essere più completa, considerando ad esempio anche la quota di ammortamento per mantenere l'approvvigionamento energetico alla società.

Questi risultati ottenuti forniscono dei dati significativi che consentono di visualizzare i punti critici di queste tecnologie, dal punto di vista della sostenibilità energetica. Ad esempio, per il caso studio del PT, dove il synthetic thermo oil ha un grande impatto sull'energia indiretta dell'impianto, si potrebbero cercare fluidi alternativi meno impattanti energeticamente. Nel PV il problema principale risulta essere la produzione del silicio policristallino, quindi risulta chiaro che bisognerebbe rendere più efficiente le lavorazioni che portano alla sua fabbricazione oppure valutare altri tipi di celle solari più sostenibili energeticamente e allo stesso tempo efficienti. Il DSG invece, essendo ancora una tecnologia emergente, risulta essere migliorabile in termini di efficienza dell'impianto e va anche valutata la possibilità di inserire un accumulo termico nell'impianto.