


Il Tecnico  
Il Direttore Tecnico di A.R.T. Studio srl  
(Dr. Maurizio Fiore)

00	01/03/2024	Prima Emissione	A.R.T. STUDIO srl	A.R.T. STUDIO srl	Baltex


REV.	DATA	DESCRIZIONE	PREPARATO	CONTROLLATO	APPROVATO	
Il Tecnico Il Direttore Tecnico di A.R.T. Studio srl (Dr. Maurizio Fiore)		<b>PROGETTO:</b> <b>SARDEGNA 14 GUSPINI</b> <b>Impianto Fotovoltaico Guspini 33,6 MW<sub>ac</sub></b>				
Il Tecnico		<b>NOME FILE:</b> SIA.gus_02_ACB				
<b>PROPONENTE</b> BALTEX SARDEGNA14 GUSPINI S.r.l.		<b>UBICAZIONE:</b> REGIONE SARDEGNA Provincia di Sud Sardegna Comune di Guspini	<b>FORMATO:</b> <b>A4</b>	<b>SCALA:</b> n.a.	<b>SCALA PLOT:</b>	<b>FOGLIO:</b>
		<b>TITOLO:</b> Studio di Impatto Ambientale Analisi costi-benefici				
<b>FORNITORE</b> A.R.T. STUDIO S.r.l. Via Ragazzi del '99 n°5 - 10090 BUTTIGLIERA ALTA (TO)		<b>CODICE ELABORATO:</b> SIA.gus_02				
						

BALTEX SARDEGNA 14 GUSPINI S.r.l.	<b>Studio di Impatto Ambientale</b> <b>Analisi costi benefici</b>	Rev. 00 del 01/03/2024
	Progetto impianto agrivoltaico denominato "SARDEGNA 14 GUSPINI"	Pag. 1 a 32

## SOMMARIO

<b>1.</b>	<b>INTRODUZIONE .....</b>	<b>2</b>
<b>2.</b>	<b>L'ANALISI COSTI - BENEFICI: ASPETTI TEORICI E METODOLOGICI .....</b>	<b>3</b>
2.1	PREMESSA GENERALE .....	3
2.2	VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI ESTERNI ED IL CONCETTO DI ESTERNALITÀ NEL SETTORE ENERGETICO .....	6
2.3	TECNICHE DI VALUTAZIONE .....	7
2.4	IL METODO DEL VALORE ATTUALE NETTO .....	8
<b>3.</b>	<b>IL CASO DI STUDIO.....</b>	<b>9</b>
3.1	PREMESSA .....	9
3.2	ATMOSFERA, CONSUMO DI RISORSE NON RINNOVABILI, SALUTE PUBBLICA ED EFFETTI DEI CAMBIAMENTI CLIMATICI A LIVELLO GLOBALE .....	10
3.2.1	<i>PREMESSA</i> .....	10
3.2.2	<i>LE ESTERNALITÀ DELLA PRODUZIONE ENERGETICA</i> .....	11
3.2.3	<i>STIMA DELLE ESTERNALITÀ DELL'IMPIANTO PROPOSTO</i> .....	17
3.3	PAESAGGIO .....	18
3.4	RUMORE .....	20
3.5	VEGETAZIONE .....	22
3.6	FAUNA .....	23
3.7	PERDITA DI SERVIZI ECOSISTEMICI .....	24
3.8	COMPONENTE SOCIO-ECONOMICA .....	27
<b>4.</b>	<b>VALUTAZIONI FINANZIARIE ED ECONOMICHE.....</b>	<b>28</b>
4.1	ANALISI FINANZIARIA .....	28
4.2	ANALISI ECONOMICA.....	30


---

BALTEX SARDEGNA 14 GUSPINI S.r.l.	<b>Studio di Impatto Ambientale</b> <b>Analisi costi benefici</b> Progetto impianto agrivoltaico denominato "SARDEGNA 14 GUSPINI"	Rev. 00 del 01/03/2024
		Pag. 2 a 32

## 1. INTRODUZIONE

La presente **Analisi Costi/Benefici (ACB)** ha per oggetto l'impianto agrivoltaico ad inseguimento monoassiale, da realizzarsi in comune di Guspini e Pabillonis (SU), della potenza di picco di 37,005 MW<sub>p</sub>, composto dal parco FV, dalle opere accessorie e da quelle di connessione alla rete nazionale di distribuzione. proposto dalla società **BALTEX SARDEGNA 14 GUSPINI s.r.l.** Il parco fotovoltaico è previsto in un sito a destinazione urbanistica agricola ed attualmente destinato a colture prevalentemente foraggere estensive e pascolo, in analogia con la prevalenza dei terreni agricoli circostanti.

Il presente elaborato, costituente parte integrante della documentazione a corredo dell'istanza di Valutazione di Impatto Ambientale del progetto, si propone di fornire un contributo al processo decisionale ed autorizzativo, integrando la valutazione ambientale classica, con elementi di valutazione finanziaria ed economica afferenti, oltre che alla sfera privata (investitore), anche a quella pubblica/sociale, attraverso la stima delle principali esternalità positive e negative associate all'iniziativa.

BALTEX SARDEGNA 14 GUSPINI S.r.l.	<b>Studio di Impatto Ambientale</b> <b>Analisi costi benefici</b> Progetto impianto agrivoltaico denominato "SARDEGNA 14 GUSPINI"	Rev. 00 del 01/03/2024
		Pag. 3 a 32

## 2. L'ANALISI COSTI - BENEFICI: ASPETTI TEORICI E METODOLOGICI

### 2.1 PREMESSA GENERALE

L'analisi costi-benefici (ACB) è una tecnica di valutazione utilizzata per prevedere gli effetti di un progetto o di un investimento, verificando se, con la realizzazione dell'intervento, la società ottenga un beneficio o un costo netto. È quindi uno strumento di supporto alla decisione pubblica poiché, attraverso il calcolo dei benefici e dei costi associati alla sua realizzazione, esso evidenzia la proposta migliore tra più alternative progettuali o, in presenza di un unico progetto il vantaggio/svantaggio netto per la collettività.

In altri termini l'analisi costi-benefici è una metodologia di valutazione che consente di definire se un progetto **crea o meno valore economico per la collettività**, quantificando puntualmente i benefici generati dal progetto ed i principali costi che la collettività dovrà sopportare.


In pratica, l'ACB si basa sulla individuazione dei costi e benefici in termini monetari apportati alla società da un intervento; questi costi e benefici monetizzati vengono quindi attualizzati per renderli confrontabili. L'aggregazione delle quantità avviene come differenza tra i benefici ed i costi in modo da ricavare il *beneficio netto complessivo*: se questo è positivo, il progetto è approvabile in quanto i benefici superano i costi.

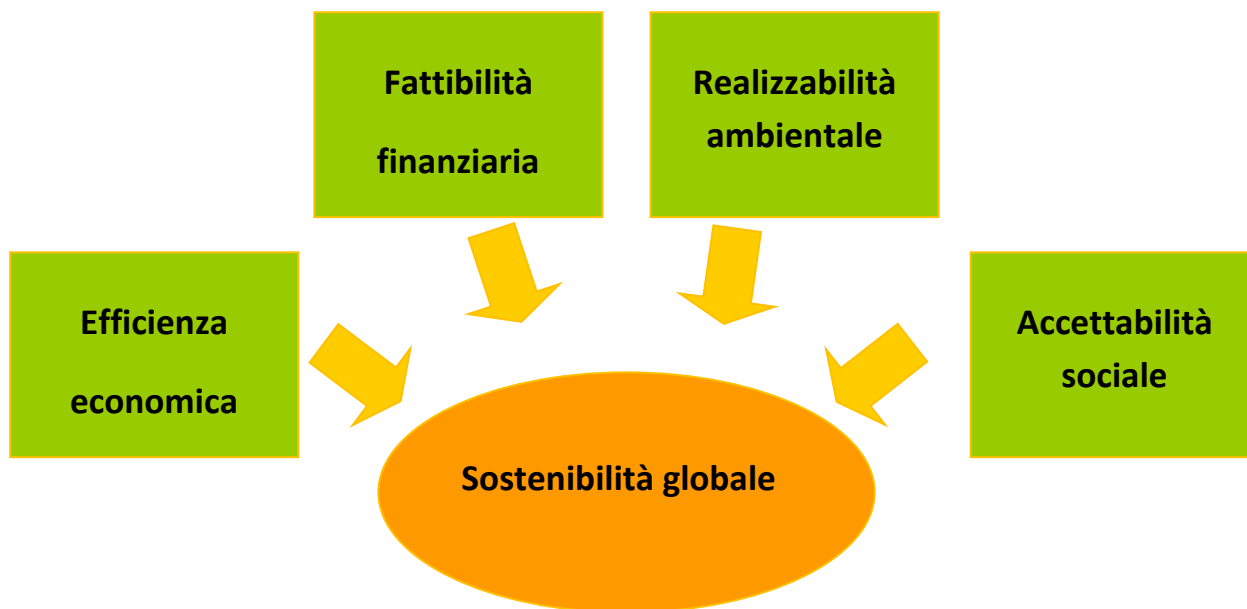
Tale analisi, allargata anche alla quantificazione delle componenti ambientali, amplia sia i contenuti che gli obiettivi dell'analisi finanziaria fornendo indicazioni sulla **convenienza economico-sociale ed ambientale** dei progetti, attraverso la misurazione del **contributo del progetto al benessere collettivo**.

Poiché gli aspetti strettamente finanziari non sono esaustivi nel descrivere i possibili impatti (positivi e negativi) di un progetto, l'ACB basa il proprio giudizio di opportunità anche su criteri sociali, calcolati a partire dai risultati dell'analisi finanziaria mediante opportune correzioni per derivare il complesso dei costi e dei benefici legati all'opera sottoposta all'esame.

L'obiettivo dell'ACB è quello di fornire al decisore pubblico gli elementi per valutare la sostenibilità globale di un progetto attraverso l'analisi dei quattro ambiti strategici (**Fig. 2.1/I**):

- *l'accettabilità sociale*
  - *la compatibilità ambientale*
  - *la sostenibilità finanziaria*
  - *l'efficienza economica*
-

BALTEX SARDEGNA 14 GUSPINI S.r.l.	<b>Studio di Impatto Ambientale</b> <b>Analisi costi benefici</b> Progetto impianto agrivoltaico denominato "SARDEGNA 14 GUSPINI"	Rev. 00 del 01/03/2024
		Pag. 4 a 32




**Figura 2.1/I: Ambiti strategici per la valutazione della sostenibilità globale**

La valutazione del *beneficio netto complessivo*, che rappresenta la convenienza economica sociale di un progetto si valuta confrontando la massimizzazione di questa differenza (funzione obiettivo) con eventuali vincoli imposti.

Nella definizione e valutazione dei costi e dei benefici bisogna tener conto della distinzione in primari e secondari. I primi sono valori determinati da effetti diretti del progetto, mentre i secondi sono determinati da effetti indiretti e per tale motivo, spesso difficili da individuare. Inoltre, in questa seconda categoria ricadono generalmente voci difficilmente monetizzabili, quali ad esempio, gli effetti del progetto sull'ambiente.

In sintesi, la valutazione di un progetto deve basarsi sui seguenti criteri:


- se il VAN (*Valore Attuale Netto*) economico è negativo, dato il saggio di sconto prescelto, il progetto non è meritevole di approvazione, anche se il VAN finanziario è positivo;
- se il VAN economico è positivo, ma quello finanziario è negativo, il progetto può essere realizzato se non esistono vincoli finanziari;
- nel caso di più alternative di progetto, è preferibile realizzare quello con VAN economico maggiore.

BALTEX SARDEGNA 14 GUSPINI S.r.l.	<b>Studio di Impatto Ambientale</b> <b>Analisi costi benefici</b>	Rev. 00 del 01/03/2024
	Progetto impianto agrivoltaico denominato "SARDEGNA 14 GUSPINI"	Pag. 5 a 32

In generale, nella valutazione di un progetto, soprattutto di rilevante impatto socio-ambientale, nasce di frequente l'esigenza di effettuare analisi e verifiche che vanno al di là del semplice controllo del flusso monetario connesso all'investimento.

Una delle caratteristiche peculiari dell'analisi costi-benefici è la separazione fra analisi finanziaria ed analisi economica che, pur avendo entrambe l'obiettivo della determinazione del flusso attualizzato dei benefici e dei costi relativi ad un dato investimento, così da sostenerne la fattibilità finanziaria-economica, muovono da un duplice approccio: quello del singolo (privato investitore) per la prima e quello della collettività per la seconda. L'analisi finanziaria si sviluppa sulla base dei flussi monetari costituiti da costi e ricavi e tende a stabilire soltanto se un progetto è sostenibile per l'investitore (se genera profitto).

La teoria alla base dell'Analisi economica costi-benefici (ACB) è stata sviluppata principalmente nel corso degli ultimi 50 anni e si fonda sul concetto di "*preferenza sociale*". Le "*preferenze sociali*", a favore o contro qualcosa, sono legate da regole rigorose e assiomi ai concetti di "*utilità*" o "*Benessere*". Le preferenze si manifestano nel "mercato" attraverso decisioni espresse in termini di volontà di "spendere" o "non spendere" per un determinato obiettivo. Quindi la "disponibilità a pagare" diventa il mezzo principale di misura delle preferenze e il valore monetario diventa lo strumento di misurazione che permette l'aggregazione di preferenze.

BALTEX SARDEGNA 14 GUSPINI S.r.l.	<b>Studio di Impatto Ambientale</b> <b>Analisi costi benefici</b> Progetto impianto agrivoltaico denominato "SARDEGNA 14 GUSPINI"	Rev. 00 del 01/03/2024
		Pag. 6 a 32

## 2.2 VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI ESTERNI ED IL CONCETTO DI ESTERNALITÀ NEL SETTORE ENERGETICO

L'Analisi costi-benefici è ancora considerata uno strumento controverso, in particolare nell'ambito dell'analisi ambientale. Ogni progetto è, infatti, accompagnato da effetti "collaterali" per i quali non esiste un prezzo di mercato, giacché lo stesso implica tipicamente, oltre a costi e benefici finanziari, effetti non direttamente monetizzabili, definiti comunemente esternalità o effetti indiretti.


Per esternalità s'intende un effetto esercitato dall'azione di un soggetto, per es. attraverso la produzione o il consumo di un bene, su un altro soggetto o su una collettività. Ulteriori condizioni affinché si possa parlare di esternalità negative, sono: che *l'esternalità sia un effetto non intenzionale di un'attività comunque legittima* (Mishan, 1971); che *il soggetto che esercita l'azione non compensi/risarcisca il soggetto danneggiato* (Baumol e Oates, 1988).

Ovviamente vi possono essere anche esternalità positive, quando l'azione di un soggetto genera benefici non direttamente monetizzabili a favore di un altro soggetto o su una collettività.

Dal punto di vista economico, le esternalità rappresentano una forma di fallimento del mercato, ovvero esistono in quanto non vi è un mercato che, assegnando a esse un prezzo, realizzi un'allocatione ottimale delle risorse.

L'incorporazione dei costi esterni nel prezzo dei beni costituisce l'oggetto della politica ambientale. Essa può essere realizzata essenzialmente in due modi: attraverso una strategia di comando e controllo, ossia ricorrendo a standard ambientali restrittivi il cui superamento sia sanzionato, oppure, attraverso gli strumenti economici di controllo dell'inquinamento (tasse pigouviane, permessi negoziabili d'inquinamento) che, non punitivi, sfruttano la razionalità degli agenti per portarli nel punto di esternalità ottima. Questa idea è alla base della tassazione energetico-ambientale (tasse sulle emissioni, carbon tax, tasse sul contenuto energetico dei combustibili, ecc.).

Tanto l'approccio di comando e controllo quanto gli strumenti economici sono tesi a internalizzare l'esternalità, ovvero a farne ricadere il costo sull'inquinatore, in applicazione del principio "*chi inquina paga*". Pertanto, più in generale, per internalizzazione dell'esternalità s'intende la sua considerazione all'interno del sistema economico, attraverso forme di regolazione o di negoziazione privata tra danneggianti e danneggiati.

BALTEX SARDEGNA 14 GUSPINI S.r.l.	<b>Studio di Impatto Ambientale</b> <b>Analisi costi benefici</b>	Rev. 00 del 01/03/2024
	Progetto impianto agrivoltaico denominato "SARDEGNA 14 GUSPINI"	Pag. 7 a 32


### 2.3 TECNICHE DI VALUTAZIONE

Al di là dei vari problemi teorici esistenti, la monetizzazione dei danni ambientali è caratterizzata da notevoli difficoltà di misurazione. Le tecniche di valutazione disponibili sono essenzialmente tre: i *prezzi edonici*, i *costi di viaggio*, la *valutazione contingente*.

Le prime due monetizzano il valore dell'ambiente, per il quale non vi è un mercato di riferimento, facendo ricorso a un mercato surrogato. La terza tecnica, quella della valutazione contingente, si differenzia dalle altre due in quanto non fa ricorso a un mercato surrogato, ma deriva il valore del bene ambientale attraverso un'intervista. Si tratta di una tecnica caratterizzata da una grande flessibilità che consente di valutare numerose classi di beni e di danni ambientali, riuscendo a catturare non solo i valori di uso corrente, ma anche il valore di opzione e quello di esistenza.

Un ulteriore metodo di valutazione (metodo indiretto), infine, prevede la valutazione dell'impatto ambientale conseguente alla realizzazione del progetto, ricercando la relazione tra l'entità del fenomeno e quella dei danni conseguenti. In tal senso si può assumere un criterio fatto proprio già dalla Convenzione di Lugano, stabilendo che *"la quantificazione del danno (o dell'impatto ndr.) debba basarsi sui costi delle soluzioni alternative, finalizzate all'introduzione nell'ambiente di risorse equivalenti a quelle distrutte"*.



BALTEX SARDEGNA 14 GUSPINI S.r.l.	<b>Studio di Impatto Ambientale</b> <b>Analisi costi benefici</b>	Rev. 00 del 01/03/2024
	Progetto impianto agrivoltaico denominato "SARDEGNA 14 GUSPINI"	Pag. 8 a 32

## 2.4 IL METODO DEL VALORE ATTUALE NETTO

Il Valore Attuale Netto (VAN) di un progetto è un criterio di investimento che, operativamente, richiede lo sconto all'attualità, ad un tasso determinato, della somma di tutti i benefici netti futuri (=benefici meno costi) derivanti dal progetto.

In pratica, il VAN fornisce la dimensione assoluta dei benefici netti ricavabili dal progetto stesso. Conseguentemente, con il criterio di investimento così formulato si assume che ogni progetto che presenti un VAN positivo risulti economicamente, o finanziariamente, ammissibile.


Una volta noto il flusso di cassa del progetto, ed individuato il saggio di sconto ottimale per lo stesso, il valore attuale netto risulta, sulla base della definizione datane sopra, dalla formula seguente:

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{B_t - C_t}{(1+s)^t}$$

Il valore attuale netto è individuato come criterio di investimento perché, qualora non esistano concrete alternative progettuali, l'opzione in esame s'intende accettata allorché sussista la condizione per cui il  $VAN > 0$ .

Il rispetto di questa condizione per l'accettazione del progetto esaminato risiede nel fatto che un VAN positivo, ossia un progetto caratterizzato da un flusso di benefici che supera il flusso dei costi, identifica un utilizzo delle risorse a disposizione volto ad incrementare il benessere della collettività interessata. Grazie alla contabilizzazione dei costi opportunità, un VAN positivo implica il fatto che l'alternativa progettuale è più conveniente dell'opzione zero; nel caso particolare di un VAN pari a zero, il progetto si trova al limite della convenienza economica.

Il decisore (pubblico) dovrà, peraltro, considerare criteri aggiuntivi per decidere sulla sua realizzazione o meno, poiché il benessere della collettività apparentemente non muta, ma potrebbero esistere benefici aggiuntivi che l'ACB tradizionale non considera.

BALTEX SARDEGNA 14 GUSPINI S.r.l.	<b>Studio di Impatto Ambientale</b> <b>Analisi costi benefici</b> Progetto impianto agrivoltaico denominato "SARDEGNA 14 GUSPINI"	Rev. 00 del 01/03/2024
		Pag. 9 a 32

### 3. IL CASO DI STUDIO

#### 3.1 PREMESSA


La disamina che segue tende a pervenire ad una monetizzazione dei principali effetti ambientali, positivi e negativi, attesi a seguito della realizzazione del progetto in esame, utile a fini di una analisi economica costi-benefici del progetto stesso, finalizzata alla definizione della sua sostenibilità sia in chiave privatistica (proponente), che pubblicistica (collettività).

In coerenza con quanto sviluppato nell'ambito di altri studi (es. progetto ExternE, della Commissione Europea), la metodologia adottata è quella del "percorso degli impatti" (*impact pathway*), che prevede in sequenza, l'individuazione dei fattori causali di impatto, la definizione quali-quantitativa degli impatti generati e la quantificazione monetaria (danno o beneficio) degli stessi.

Nel caso specifico sono state considerate le componenti ambientali maggiormente esposte agli impatti più significativi indotti dall'impianto in esame, considerate in base al contesto spaziale di riferimento: globale o locale. Al contesto globale sono riconducibili le principali esternalità negative evitate dal proposto progetto, associate alla produzione energetica da fonte convenzionale.

Gli impatti considerati a livello globale sono i seguenti:

- Alterazione atmosferiche/clima
  - Consumo di risorse non riproducibili
  - Biodiversità
  - Salute pubblica.
  - Gli impatti considerati a livello locale sono i seguenti:
  - Paesaggio
  - Clima acustico
  - Flora e Fauna
  - Perdita di servizi ecosistemici
  - Uso e occupazione di suolo
  - Socio-economia.
-

BALTEX SARDEGNA 14 GUSPINI S.r.l.	<b>Studio di Impatto Ambientale</b> <b>Analisi costi benefici</b>	Rev. 00 del 01/03/2024
	Progetto impianto agrivoltaico denominato "SARDEGNA 14 GUSPINI"	Pag. 10 a 32

## **3.2 ATMOSFERA, CONSUMO DI RISORSE NON RINNOVABILI, SALUTE PUBBLICA ED EFFETTI DEI CAMBIAMENTI CLIMATICI A LIVELLO GLOBALE**

### **3.2.1 PREMESSA**

L'economia del settore FER evidenzia che la somma dei costi di investimento, di esercizio e l'utile di impresa costituiscono la base per la formazione del prezzo del chilowattora di energia prodotta. Quindi, sulla base della specifica situazione di mercato e delle eventuali misure incentivanti, la produzione di energia da fonti rinnovabili può risultare o meno competitiva con le fonti energetiche convenzionali.


È risaputo che, quantunque l'energia da fonte rinnovabile presenti degli indubbi benefici ambientali rispetto alle altre fonti tradizionali di produzione di energia elettrica, tali benefici non si ripercuotono completamente sul prezzo di mercato dell'energia elettrica. In pratica, il prezzo dell'energia non tiene pienamente conto dei benefici e dei costi sociali associati alle diverse tecnologie di produzione.

La valutazione delle esternalità generate dalla produzione energetica ha l'obiettivo di stimare i benefici ed i costi ambientali e sociali conseguenti alla produzione di energia elettrica che non sono adeguatamente considerati nella formazione del prezzo del chilowattora. Tali costi sono definiti "esterni" in quanto gli stessi risultano comunque pagati da terzi e dalle future generazioni. Per quanto sopra, l'analisi costi-benefici del progetto proposto, impone di sviluppare un'adeguata valutazione economica delle esternalità indotte dal ricorso ad alternative di produzione di energia elettrica alimentate da fonti convenzionali, da confrontare con quelle generate dal progetto in esame.

Come noto, le principali esternalità negative dovute alla produzione energetica da fonti convenzionali si riferiscono, a livello globale, all'emissione in atmosfera di sostanze inquinanti, o climalteranti, ai conseguenti effetti del decadimento della qualità dell'aria sulla salute pubblica, alle conseguenze dei cambiamenti climatici sulla biodiversità, alla riduzione delle terre emerse per effetto dell'innalzamento dei mari, agli effetti delle piogge acide sul patrimonio storico-artistico e immobiliare.

Sebbene i mercati non tengano in considerazione i costi delle esternalità, risulta comunque estremamente significativo identificare gli effetti esterni dei differenti sistemi di produzione di energia elettrica e procedere alla loro monetizzazione; ciò, a maggior ragione, se si considera che gli stessi sono dello stesso ordine di grandezza dei costi interni di produzione e variano sensibilmente in funzione della fonte energetica considerata, così come avviene tra la produzione di energia elettrica da fonti convenzionali e da fonte rinnovabile

Se il mercato, infatti, non internalizza i costi esterni, il processo di internalizzazione dovrebbe essere conseguito attraverso adeguate misure di carattere politico-economico quali l'introduzione di tasse o di adeguamento delle tariffe elettriche. È evidente l'importanza di pervenire ad una quantificazione attendibile dei costi esterni preliminarmente all'introduzione di tali azioni di politica economica.

BALTEX SARDEGNA 14 GUSPINI S.r.l.	<b>Studio di Impatto Ambientale</b> <b>Analisi costi benefici</b>	Rev. 00 del 01/03/2024
	Progetto impianto agrivoltaico denominato "SARDEGNA 14 GUSPINI"	Pag. <b>11</b> a <b>32</b>

L'analisi e quantificazione dei costi esterni è un obiettivo difficile da perseguire e quanto più è complessa la valutazione dei beni intangibili tanto più la stima delle esternalità è affetta da incertezze. Questa circostanza è alla base, molto spesso, di estreme difficoltà nell'implementazione delle esternalità nelle misure di politica economica. D'altro canto, proprio la stima dei costi esterni offre l'opportunità al livello politico di migliorare il processo di distribuzione delle quote di mercato tra le varie fonti energetiche. La questione si pone in tutta chiarezza allorché l'internalizzazione dei costi esterni nel meccanismo del prezzo di mercato può riflettersi pesantemente sulla competitività di differenti tecnologie di produzione energetica.


### **3.2.2 LE ESTERNALITÀ DELLA PRODUZIONE ENERGETICA**

La produzione energetica può dar luogo a impatti significativi a carico di diverse matrici ambientali, quali la salute pubblica, gli ecosistemi naturali e l'ambiente costruito, e tali impatti sono da intendersi come costi esterni dell'energia (Commissione Europea, 1994).

Le principali emissioni associate alla produzione di energia elettrica da combustibili fossili, alle quali deve attribuirsi una quota significativa dei costi esterni, si riferiscono all'anidride carbonica (CO<sub>2</sub>), al biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>), agli ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>) ed al PM<sub>10</sub> e PM<sub>2,5</sub>. Le caratteristiche delle emissioni dipendono prevalentemente dal tipo di combustibile considerato. Tuttavia, ad oggi non esistono tecniche efficaci a costi sostenibili che consentano drastiche la riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub> attraverso sistemi di depurazione fumi.

Relativamente alla SO<sub>2</sub>, la quantità emessa per kWh di elettricità prodotta dipende dal contenuto di zolfo del combustibile, piuttosto alto nella lignite, medio nell'olio combustibile e nel carbone e pressoché assente nel gas naturale, mentre le emissioni di NO<sub>x</sub> non sono correlate alla qualità del combustibile, ma alla naturale presenza di azoto nell'aria di combustione e quindi dalla temperatura di combustione, per cui le emissioni di NO<sub>x</sub> possono essere ridotte attraverso la regolazione di una temperatura di combustione convenientemente bassa oppure attraverso la denitrificazione del gas esausto.

Una valutazione complessiva dei costi totali dell'energia, che includa sia i costi privati di produzione che il costo delle esternalità, è infatti di fondamentale importanza per le decisioni nell'ambito sia produttivo che ambientale. Le decisioni di politica energetica riguardano da un lato l'offerta e dall'altro la domanda di fornitura di energia. Sul lato dell'offerta, la conoscenza del costo totale per ogni fonte di energia permette di scegliere tra possibilità alternative di investimento. Dal lato della domanda, la massimizzazione del benessere sociale dovrebbe portare alla formulazione di politiche energetiche, che

BALTEX SARDEGNA 14 GUSPINI S.r.l.	<b>Studio di Impatto Ambientale</b> <b>Analisi costi benefici</b>	Rev. 00 del 01/03/2024
	Progetto impianto agrivoltaico denominato "SARDEGNA 14 GUSPINI"	Pag. 12 a 32

indirizzino il comportamento del consumatore in modo da portare alla minimizzazione dei costi sociali ed ambientali imposti alla società nel suo complesso.

Al riguardo, va rilevato che i costi sono dinamici. I costi privati ed i costi esterni variano, infatti, nel tempo, con lo sviluppo delle tecnologie, con l'aumento della conoscenza sull'impatto dell'uso dell'energia sull'ambiente e con il cambiamento delle preferenze individuali per l'ambiente.

Un aspetto importante di qualunque analisi delle esternalità ambientali associate alle fasi di produzione dell'energia elettrica è quello di individuare le attività correlate che possono determinare impatti sull'ambiente. In quest'ottica, gli impatti conseguenti alla produzione energetica non sono unicamente quelli associati al ciclo produttivo ma anche quelli derivanti dall'intera filiera di produzione e distribuzione, come ad esempio l'estrazione del materiale di alimentazione, la sua lavorazione e trasformazione, la costruzione ed installazione delle infrastrutture necessarie, così come la realizzazione ed esercizio dei relativi impianti di smaltimento dei residui di processo. I vari stadi che costituiscono la catena della produzione e distribuzione dell'energia elettrica sono noti come "*fuel cycle*" e ogni tecnologia di produzione (eolica, idroelettrica, a carbone, a gas, ecc.) è caratterizzata da un distinto "*fuel cycle*".

L'approccio della metodologia di valutazione dei costi esterni è generalmente del tipo "*bottom-up*", ossia si concentra inizialmente sui primi livelli del "*fuel cycle*" relativo allo specifico sistema (p.e. sulla produzione di carbone per le centrali termoelettriche), individuando le attività associate alla tecnologia di produzione. In una fase successiva si definiscono con completezza il quadro delle possibili attività generatrici di potenziali impatti, i conseguenti effetti ambientali e la portata degli stessi in termini di magnitudo e distribuzione spaziale prevedibile. In ultimo, la metodologia prevede una quantificazione economica dei costi e dei benefici ambientali indotti da ciascuna attività considerata. I risultati, per i singoli processi, sono generalmente riferiti all'unità funzionale di un chilowattora di energia elettrica netta prodotta ed immessa in rete.

Per le finalità in premessa, i costi esterni della produzione energetica sono stati desunti dai più recenti studi reperiti sull'argomento (Karkour S. et al., 2020).

L'obiettivo perseguito dallo studio citato è stato quello di stimare i più recenti costi esterni della produzione energetica dei paesi del G20 considerando un più ampio spettro di categorie di impatto, alcune delle quali non considerate dai principali studi pubblicati sull'argomento (p.e. il consumo di suolo o l'occupazione di territorio). Al fine di pervenire ad una stima più attendibile dei costi esterni della produzione energetica, pertanto, il richiamato studio ha fatto riferimento ad un approccio basato sull'impostazione del *Life Cycle Assessment*, avuto riguardo delle seguenti 7 linee di impatto: cambiamento climatico, inquinamento atmosferico, ossidanti fotochimici, consumi idrici, consumo di suolo, consumo di risorse minerali, fossili e combustibili.

L'approccio schematico seguito dallo studio è illustrato in **figura 3.2/1**.

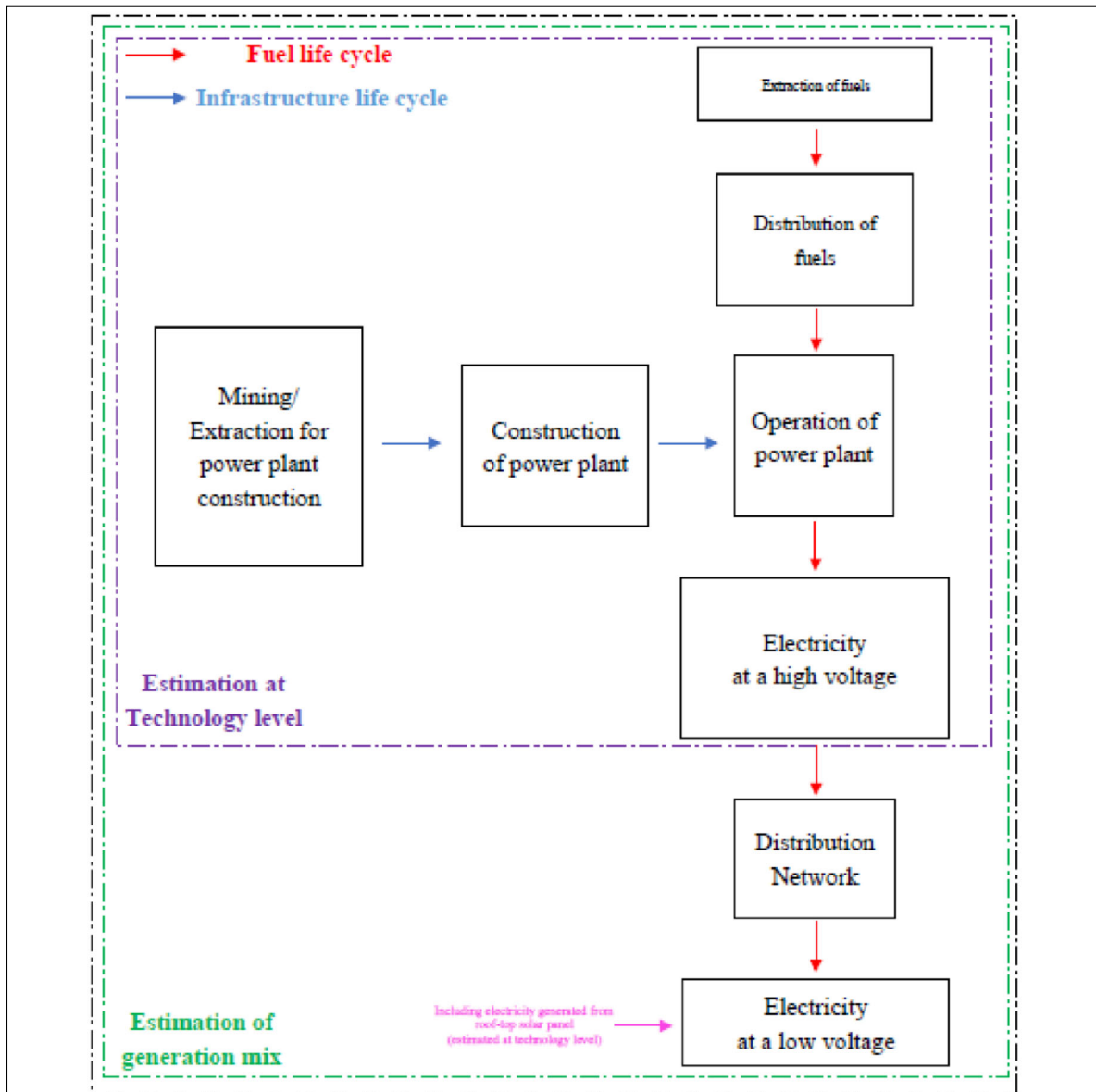


Figure 3. Studied system boundaries.

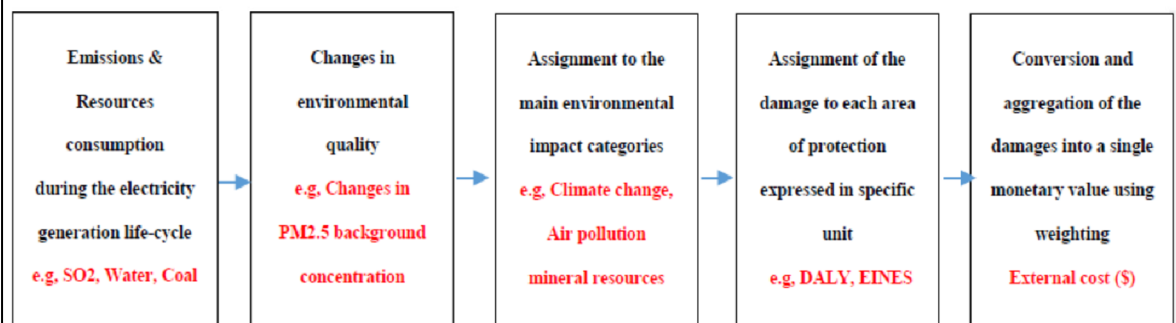

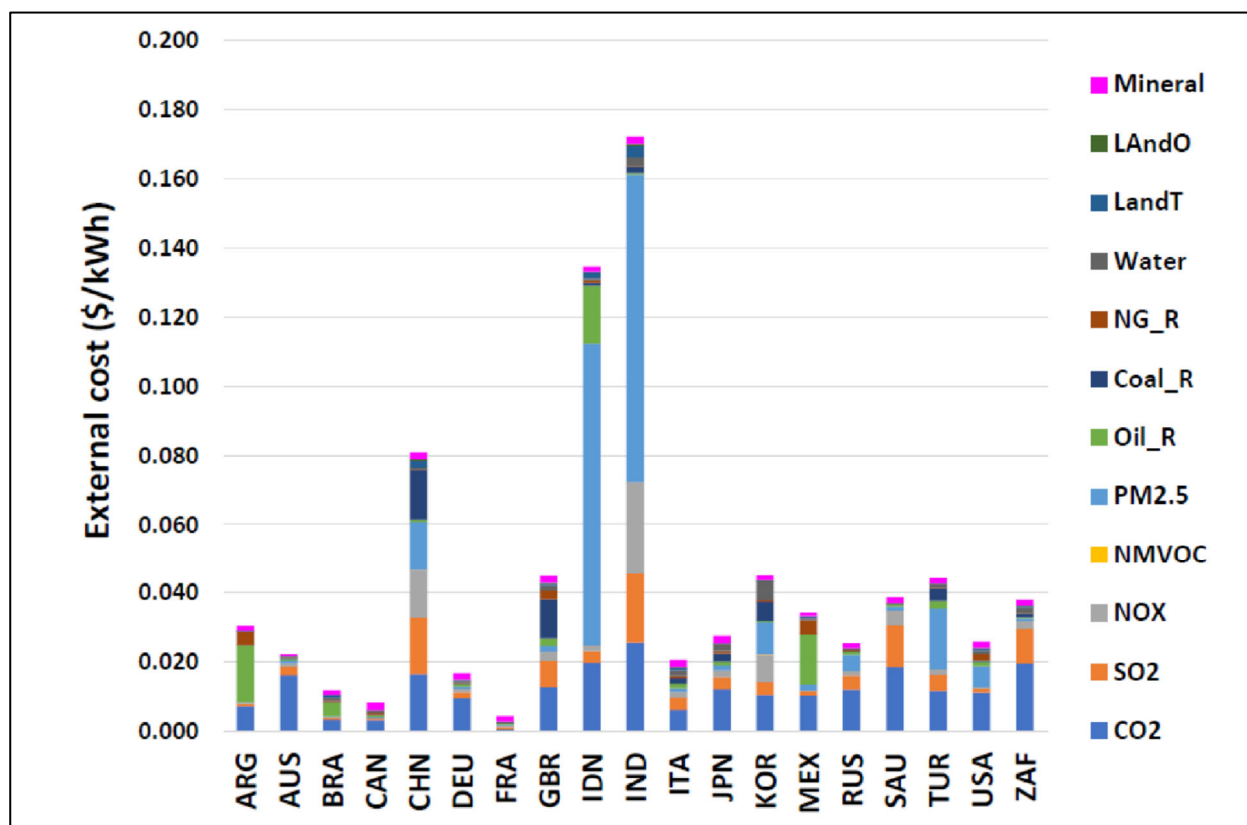


Figura 3.2/1: Percorso seguito per la stima dei costi esterni della produzione energetica (Fonte Karkour, et al, 2020)


BALTEX SARDEGNA 14 GUSPINI S.r.l.	<b>Studio di Impatto Ambientale</b> <b>Analisi costi benefici</b> Progetto impianto agrivoltaico denominato "SARDEGNA 14 GUSPINI"	Rev. 00 del 01/03/2024
		Pag. 14 a 32

La **figura 3.2/II** mostra la valutazione dei costi esterni della produzione energetica nei paesi del G20, stimata nell'ambito del recente studio citato.



**Figura 3.2/II: Costi esterni di generazione elettrica nei paesi del G20 (valori espressi in \$/kWh)**

I costi esterni riferiti alla generazione elettrica delle diverse tecnologie nei paesi del G20 sono riportati in **tabella 3.2/I**. La **tabella 3.2/II** riporta i range di variabilità dei costi esterni per le diverse linee di impatto della produzione energetica, anch'essi riferiti ai paesi del G20.

BALTEX SARDEGNA 14 GUSPINI S.r.l.	<b>Studio di Impatto Ambientale</b> <b>Analisi costi benefici</b> Progetto impianto agrivoltaico denominato "SARDEGNA 14 GUSPINI"	Rev. 00 del 01/03/2024
		Pag. 15 a 32


	HC	Lignite	NG C/CC	Oil	Wind ON/OFF	GEO	Hydro RR/PS/R	Nuclear BW/PW	Solar OG/Roof
ARG	-	-	-/-	-	-/-	-	-/-/-	-/-	-
AUS	0.026	0.026	0.013/0.008	0.096	0.002/-	-	0.000/0.031/-	-/-	0.004/0.003
BRA	0.023	0.047	0.013/0.009	0.081	0.003/-	-	-/-/0.002	-/0.001	-/0.006
CAN	0.034	0.029	0.022/0.014	0.071	0.004/-	-	0.001/0.017/0.002	-/0.004	0.008/0.009
CHN	0.101	-	0.021/0.020	0.146	0.009/0.006	0.009	0.001/0.112/-	-/0.004	0.015/0.014
DEU	0.021	0.027	0.019/0.012	0.083	0.005/0.004	0.005	0.001/0.024/0.004	0.002/0.002	0.011/0.010
FRA	0.037	-	0.017/0.012	0.087	0.003/0.003	0.004	0.001/0.005/0.004	-/0.002	0.009/0.008
GBR	0.064	-	0.017/0.012	0.24	0.004/0.005	0.007	0.001/0.058/-	0.005/0.005	0.014/0.017
IDN	-	0.194	0.020/0.012	0.133	0.002/-	0.006	-/-/0.005	-/-	-/0.010
IND	0.174	0.143	0.021/0.020	0.112	0.006/-	0.009	0.001/0.227/0.068	0.005/0.004	-/0.010
ITA	0.041	0.133	0.019/0.011	0.083	0.005/-	0.005	0.001/0.028/0.006	-/-	0.010/0.009
JPN	0.036	-	0.020/0.013	0.041	0.005/0.005	0.005	0.001/0.038/0.028	0.005/0.005	0.011/0.010
KOR	0.062	0.282	0.020/0.011	0.082	0.004/0.004	-	0.001/0.062/0.042	-/0.007	0.015/0.015
MEX	0.027	0.043	0.022/0.014	0.134	0.003/-	0.004	0.001/-/-	0.003/-	0.009/0.005
RUS	0.033	0.069	0.031/0.008	0.141	0.015/-	0.004	0.000/0.032/0.002	0.001/0.001	-/0.008
SAU	-	-	0.015/0.008	0.046	-/-	-	-/-/-	-/-	-/0.005
TUR	0.048	0.141	0.014/0.009	0.133	0.003/-	0.005	0.001/-/0.009	-/-	-/0.008
USA	0.028	0.055	0.020/0.013	0.138	0.003/-	0.004	0.001/0.029/0.011	0.002/0.002	0.007/0.007
ZAF	0.035	-	-/0.007	0.047	0.006/-	0.004	0.001/0.049/0.013	-/0.002	-/0.009
AVG	0.049	0.099	0.019/0.012	0.105	0.005/0.005	0.005	0.001/0.055/0.015	0.003/0.003	0.011/0.009

**Tabella 3.2/I: Stima dei costi esterni per ogni tecnologia in ognuno dei paesi del G20 (Fonte Karkour, et al, 2020)**

CO <sub>2</sub>	0.001–0.026 [0.012] [0.006]
SO <sub>2</sub>	0–0.020 [0.005] [0.006]
NO <sub>x</sub>	0–0.027 [0.004] [0.006]
NMVOC	0–0 [0] [0]
PM2.5	0–0.089 [0.013] [0.027]
Oil_R	0–0.017 [0.003] [0.006]
Coal_R	0–0.015[0.002] [0.004]
Natural Gas_R	0–0.004 [0.001] [0.001]
Water	0–0.006 [0.001] [0.001]
Land transformation	0–0.003 [0.001] [0.001]
Land Occupation	0–0.001 [0.000] [0]
Mineral	0.001–0.002 [0.002] [0]

**Tabella 3.2/II: Variabilità dei costi esterni relativi alle principali linee di impatto della produzione energetica nei paesi del G20 (Fonte Karkour, et al, 2020)**



BALTEX SARDEGNA 14 GUSPINI S.r.l.	<b>Studio di Impatto Ambientale</b> <b>Analisi costi benefici</b> Progetto impianto agrivoltaico denominato "SARDEGNA 14 GUSPINI"	Rev. 00 del 01/03/2024
		Pag. 16 a 32

I danni derivanti dal cambiamento climatico, associato alle elevate emissioni di gas a effetto serra, nonché gli impatti sulla qualità dell'aria, derivanti dalla produzione di energia elettrica da combustibili fossili, incidono significativamente sui costi esterni. Tuttavia, in considerazione dell'estensione temporale degli scenari di riferimento e della mancanza di uno scenario univoco sui futuri impatti del cambiamento climatico in sé, vi è una notevole incertezza nelle stime dei danni conseguenti. L'incertezza dei costi esterni del cambiamento climatico riguarda non solo il "reale" valore degli impatti che sono previsti dai modelli, ma anche l'incertezza sugli impatti che non sono ancora stati quantificati e valutati. Inoltre, nessuna delle attuali stime dei costi esterni comprende tutti gli effetti del cambiamento climatico.

Il livello complessivo delle esternalità dipende da una serie di fattori tra cui:

- il mix di combustibili per la generazione di energia elettrica;
- l'efficienza della produzione di energia elettrica;
- l'uso di tecnologie di abbattimento dell'inquinamento;
- l'ubicazione dell'impianto di riferimento rispetto ai centri abitati, terreni agricoli, ecc.


I **costi esterni della produzione elettrica** stimati per i paesi del G20 sono diagrammati in figura 3.2/II.

In Italia, il relativo costo esterno è stato stimato in **0,021 \$/kWh (2,0 c€/kWh circa)**, riferito al mix di generazione dell'anno 2014.

L'ammontare complessivo dei costi esterni della generazione elettrica a livello nazionale è stato stimato in circa **6 miliardi di euro/anno**.

La progressiva diminuzione dei costi esterni registrata in alcuni paesi dell'UE, tra cui l'Italia, è principalmente il risultato della dismissione di impianti obsoleti e inefficienti a carbone e della loro sostituzione con impianti più efficienti a carbone o impianti nuovi a gas, nonché dell'adozione di più efficaci sistemi di abbattimento delle emissioni.

In Europa orientale questo processo è stato innescato soprattutto dalla ristrutturazione economica e declino dell'industria pesante (in Germania questo si è verificato nella prima parte del 1990 a causa di riunificazione). Al contrario, nel Regno Unito il fenomeno è stato principalmente spinto da fattori economici, con il gas che è diventato il combustibile principale per i nuovi impianti. Ciò ha portato anche a conseguire elevate efficienze di generazione complessive attraverso l'uso di turbine a gas a ciclo combinato (CCGT).

BALTEX SARDEGNA 14 GUSPINI S.r.l.	<b>Studio di Impatto Ambientale</b> <b>Analisi costi benefici</b> Progetto impianto agrivoltaico denominato "SARDEGNA 14 GUSPINI"	Rev. 00 del 01/03/2024
		Pag. 17 a 32


### 3.2.3 STIMA DELLE ESTERNALITÀ DELL'IMPIANTO PROPOSTO

Sulla base dei dati sopra riportati, riferiti ai costi esterni stimati per la produzione energetica nei paesi del G20, si propone nel seguito una stima delle esternalità a livello globale, indotte ed evitate, conseguenti all'entrata in esercizio del parco fotovoltaico in progetto.

Poiché i dati assunti per le valutazioni sopra richiamate sono da intendersi medi e riferiti a contesti molto diversificati, le valutazioni monetarie che seguono devono intendersi valide per quanto concernono gli ordini di grandezza, comunque utili a definire l'entità delle problematiche e supportare il processo decisionale.

Le **esternalità negative della produzione energetica** con tecnologia del fotovoltaico sono state desunte dal citato studio pubblicato nel 2020 e quantificate in **0,009 €/kWh**.

Producibilità dell'impianto (kWh/anno)	Costi esterni indotti (€/anno)	Costi esterni evitati (€/anno)
71.776.806,00	645.991,25	1.435.536,12

BALTEX SARDEGNA 14 GUSPINI S.r.l.	<b>Studio di Impatto Ambientale</b> <b>Analisi costi benefici</b> Progetto impianto agrivoltaico denominato "SARDEGNA 14 GUSPINI"	Rev. 00 del 01/03/2024
		Pag. 18 a 32

### 3.3 PAESAGGIO

La Convenzione Europea del Paesaggio definisce il paesaggio come *"una zona, come è percepita dalle popolazioni, il cui carattere è il risultato dell'azione e dell'interazione di fattori naturali e / o umani"* (Consiglio d'Europa 2000). Il paesaggio agricolo è il risultato visibile delle interazioni tra agricoltura, risorse naturali e ambiente e comprende valenze socio-economiche, ricreative, culturali e altri valori sociali. In accordo con quanto sostenuto dall'OCSE (2000), il paesaggio può considerarsi composto da tre elementi chiave:

- 1) la struttura o l'aspetto: comprendente le caratteristiche ambientali (ad esempio flora, la fauna, habitat ed ecosistemi), i tipi di uso del suolo (ad esempio tipi di colture e sistemi di coltivazione), e gli elementi antropici o le caratteristiche culturali (ad esempio siepi, fabbricati agricoli);
- 2) gli aspetti funzionali: come luoghi in cui vivere, lavorare, visitare il sito, e fornire vari servizi ambientali;
- 3) il sistema di valori: i costi sostenuti dagli agricoltori per conservare il paesaggio ed i valori sociali del paesaggio agrario, quali le valenze culturali e ricreative. Il valore del paesaggio è determinato da diverse componenti, come ad esempio: la diversità biologica; gli aspetti culturali e storici, l'amenità del gli aspetti ricreazionali e di fruibilità e gli aspetti di carattere scientifico ed educazionali.


Nonostante ci sia un grande sforzo della ricerca economica finalizzato ad attribuire un valore (o attribuire un prezzo) al paesaggio agrario, poiché esso non è un bene di mercato, il suo valore monetario non può essere osservato e quindi non è reperibile da fonti statistiche tradizionali. La letteratura, quindi, il più delle volte applica un approccio di valutazione legato alle preferenze dichiarate, utilizzando metodi basati sulla disponibilità a pagare dei consumatori (WTP) per la conservazione del paesaggio.

Uno tra gli studi principali, a cui si può fare riferimento per una stima monetaria degli impatti paesaggistici indotti dal progetto proposto, è stato promosso dalla Commissione Europea e raccoglie i risultati di numerosi studi condotti nei paesi dell'Unione nel periodo 1991-2009.

Le analisi condotte nell'ambito del citato studio indicano che la WTP nella UE varia dai 134 ai 201 €/ettaro x anno, con un valore medio di 149 €/ettaro x anno nel 2009.


Con specifico riferimento ai paesaggi agrari caratterizzati dalla prevalente presenza di prati e coltivi, ai quali può assimilarsi astrattamente il territorio di interesse, lo studio valuta, per il territorio italiano, una WTP media di 207 €/ettaro x anno.

Atteso che i potenziali effetti introdotti dal progetto agrivoltaico proposto non sono suscettibili di innescare effetti irreversibili di alterazione e/o destrutturazione delle caratteristiche funzionali ed ecologiche del paesaggio agrario e che la stessa presenza dell'impianto non altera in maniera apprezzabile le potenzialità d'uso dei terreni (ossia le componenti materiali del paesaggio), ai fini della

BALTEX SARDEGNA 14 GUSPINI S.r.l.	<b>Studio di Impatto Ambientale</b> <b>Analisi costi benefici</b> Progetto impianto agrivoltaico denominato "SARDEGNA 14 GUSPINI"	Rev. 00 del 01/03/2024
		Pag. <b>19</b> a <b>32</b>

presente ACB, considerato che l'attività agricola permane, si assume l'ipotesi che il costo ambientale conseguente all'impatto del progetto sul paesaggio agrario comporti una "perdita" del valore paesaggistico esclusivamente limitata all'area di sedime dell'impianto valutata in misura del 30% rispetto all'importo totale di cui sopra.

Sulla base dei predetti dati di input, posto che le superfici in cui si è prevista l'interferenza paesaggistica è pari a 52 ha, il costo esterno da attribuirsi all'impatto paesaggistico è conseguentemente stimabile in  $52\text{ha} \times 107 \times 0,30 \text{ €/ha} \times \text{anno} = \mathbf{1.669,20 \text{ €/anno}}$ , pari ad **€ 45.068,40** considerando una vita utile dell'impianto di anni 25, oltre ad anni 2 per costruzione e dismissione.

BALTEX SARDEGNA 14 GUSPINI S.r.l.	<b>Studio di Impatto Ambientale</b> <b>Analisi costi benefici</b>	Rev. 00 del 01/03/2024
	Progetto impianto agrivoltaico denominato "SARDEGNA 14 GUSPINI"	Pag. <b>20</b> a <b>32</b>

### 3.4 RUMORE

La monetizzazione delle esternalità dovute all'incremento di rumore imputabile ad una nuova opera è stata oggetto di molteplici studi con l'applicazione di metodologie spesso complesse ed articolate, non ritenute adeguate al caso specifico, caratterizzato da emissioni relativamente contenute e da un numero limitato di ricettori.

Nel presente caso, si preferisce seguire il medesimo approccio metodologico adottato dal CESI Ricerche per la quantificazione del danno economico da rumore, generato dalle linee elettriche. Tale approccio si basa sul metodo dei prezzi edonici (*Hedonic Price Method*, HPM) e consiste nello stimare la minor rendita del patrimonio immobiliare all'interno del dominio di calcolo per ogni dB(A) di aumento del livello sonoro equivalente Leq.

Importanti indicazioni sul NDSI (*Noise Depreciation Sensitivity Index*, cioè la percentuale di deprezzamento causato da un'unità aggiuntiva del livello di rumore) derivano da una serie di studi condotti a livello internazionale e raccolti in un rapporto di Bateman (Bateman et al. 2000), si ricava un valore medio pari allo 0,822% di diminuzione del valore immobiliare per dB(A) aggiuntivo del Leq,


Poiché occorre distribuire temporalmente il danno, è opportuno applicare la perdita dello 0,822% alla rendita annua degli immobili e non al loro intero valore. Per il coefficiente di rendita si può assumere la rendita catastale, che è pari a circa l'1% del valore di catasto. Poiché però, com'è noto, il valore catastale è in generale inferiore al valore di mercato, per evitare di sottostimare il danno, è bene riferire l'1% della rendita al valore del mercato reale. Quindi il danno annuo associabile ad un incremento del rumore di Leq risulta pari a:

$$\text{Costo esterno annuo} = 0,01 \times \{\text{valore immobile}\} \times \Delta \text{Leq} \times 0,0082$$

in cui Leq si può ricavare dalle risultanze dello Studio previsionale di impatto acustico allegato allo SIA. Con tali assunzioni, il danno annuo per ogni milione di euro di valore degli immobili risulterebbe pari a  $1.000.000 \times 1\% \times 0,0082 = 82,2$  euro per ogni decibel in più rispetto ai valori di rumore residuo.

Ai fini della stima delle esternalità associate all'aspetto ambientale rumore, ritenuta indispensabile una semplificazione del problema, anche in rapporto alle finalità del presente elaborato, sono state formulate le seguenti assunzioni:

- i ricettori interessati da una apprezzabile modifica del clima acustico indotto dal nuovo impianto si caratterizzano per un livello di rumore residuo (LR) nel periodo di riferimento diurno indicativamente compreso nell'intervallo 48÷53 dB(A), come risultante dai rilievi fonometrici condotti;

BALTEX SARDEGNA 14 GUSPINI S.r.l.	<b>Studio di Impatto Ambientale</b> <b>Analisi costi benefici</b> Progetto impianto agrivoltaico denominato "SARDEGNA 14 GUSPINI"	Rev. 00 del 01/03/2024
		Pag. <b>21</b> a <b>32</b>

- l'estensione dell'area di influenza del proposto impianto FV, in termini di apprezzabile impatto acustico, si interessa al massimo n. 7 ricettori (edifici classificabili come ambienti abitativi in contesto rurale)
- i ricettori interessati da un incremento di rumore indotto dall'impianto considerato (Valore di immissione differenziale) maggiore o uguale a 1,0 dB(A) sono n.3 (Ricettori R1, R2, R3) **(Tab. 3.2/III)**, costituiti da edifici ad un piano della superficie unitaria di m<sup>2</sup> 150 caduno;
- il valore immobiliare medio nel territorio può stimarsi in circa 900 €/m<sup>2</sup> (Fonte <https://www.immobiliare.it> – valore riferito al comune di Sanluri);
- valutata la tipologia costruttiva degli edifici di interesse (edificio indipendente a 1 piano), la superficie degli stabili è stimata complessivamente in 450 m<sup>2</sup>.


Per quanto sopra, si stimano costi associati al decadimento del clima acustico dei rispettivi immobili:

- ricettore R1:  $150 \times 900 = 135.000 \times 0,01 = 1.350 \times 0,0822 = \mathbf{110,97 \text{ €/a}}$ ;
- ricettore R2:  $150 \times 900 = 135.000 \times 0,01 = 1.350 \times 0,138 = \mathbf{186,30 \text{ €/a}}$ ;
- ricettore R3:  $150 \times 900 = 135.000 \times 0,01 = 1.350 \times 0,279 = \mathbf{376,65 \text{ €/a}}$ ;

per complessivi **€/a 673,92**, pari a **€ 18.195,84**, considerando una vita utile dell'impianto di anni 25, oltre ad anni 2 per costruzione e dismissione.

Ricettore	LA [dB(A)]	LR [dB(A)]	Differenziale [dB(A)]
R1	49,0	48,0	1,0
R2	49,8	48,1	1,7
R3	51,7	48,3	3,4
R4	53,6	52,9	0,6
R5	49,5	49,5	0,0
R6	49,5	49,5	0,0
R7	49,5	49,5	0,0

**Tabella 3.2/III: valori di immissione differenziale**

BALTEX SARDEGNA 14 GUSPINI S.r.l.	<b>Studio di Impatto Ambientale</b> <b>Analisi costi benefici</b> Progetto impianto agrivoltaico denominato "SARDEGNA 14 GUSPINI"	Rev. 00 del 01/03/2024
		Pag. 22 a 32


### 3.5 VEGETAZIONE

La tradizionale stima dei danni sui sistemi vegetali, naturali e/o antropici (aree agricole), consiste nel determinare il valore relativo alla perdita di produzione del terreno (laddove la stessa sia ravvisabile) oltre i costi necessari per ripristinare la situazione ex ante (costi di ripristino). Questa stima, è da ritenersi tuttavia riduttiva, in quanto non tiene conto del valore ambientale complessivo attribuibile alla copertura vegetale, in relazione alle sue differenti funzioni, che hanno progressivamente assunto significati e pesi differenti. Si pensi, a titolo di esempio, ai concetti di "paesaggio" o di "habitat", rispetto ai quali la componente vegetazionale costituisce un importante tassello; o, allo stesso modo, alla funzione protettiva che la stessa vegetazione esercita ai fini della protezione contro l'erosione, nonché al ruolo cruciale legato alla produzione di ossigeno e alla cattura della CO<sub>2</sub>. Esiste quindi un'importante dimensione economica legata alle funzioni socio-ambientali dei sistemi vegetali, che sebbene spesso indirette non sono per questo di minore importanza. Una parte significativa di questa dimensione economica, per le finalità del presente studio, è computata attraverso la stima del danno monetario al paesaggio.

Nel presente caso, tuttavia:

- trattandosi di un impianto agrivoltaico
- escludendo che il nuovo impianto possa generare interferenze negative sia sulla vegetazione presente in sito, sia nell'ambito territoriale circostante

si ritiene che non si generino esternalità negative a carico della componente.

BALTEX SARDEGNA 14 GUSPINI S.r.l.	<b>Studio di Impatto Ambientale</b> <b>Analisi costi benefici</b> Progetto impianto agrivoltaico denominato "SARDEGNA 14 GUSPINI"	Rev. 00 del 01/03/2024
		Pag. <b>23</b> a <b>32</b>

### 3.6 FAUNA

Le caratteristiche costruttive e di funzionamento di un impianto fotovoltaico sono tali da non interferire significativamente sulla fauna terrestre e sull'avifauna.


In particolare,

- considerato il contesto territoriale prevalentemente agricolo e quindi non particolarmente vocato come habitat faunistico se non per specie ubiquitarie;
- l'accorgimento adottato di mantenere dei varchi sotto la recinzione perimetrale dell'impianto per non precludere l'accesso all'area dell'impianto da parte della fauna terrestre di piccola taglia;

come risulta dallo SIA, non si ravvisano particolari esternalità negative a carico di questa componente, degne di essere valutate sotto l'aspetto economico.

---



BALTEX SARDEGNA 14 GUSPINI S.r.l.	<b>Studio di Impatto Ambientale</b> <b>Analisi costi benefici</b>	Rev. 00 del 01/03/2024
	Progetto impianto agrivoltaico denominato "SARDEGNA 14 GUSPINI"	Pag. <b>24</b> a <b>32</b>

### 3.7 PERDITA DI SERVIZI ECOSISTEMICI

Nell'ambito delle molteplici metodologie proposte di calcolo e monetizzazione degli impatti sui servizi ecosistemici, in costante fase di adeguamento/revisione, nel presente caso si è assunto a riferimento generale il documento ISPRA "Mappatura e valutazione dell'impatto del consumo di suolo sui servizi ecosistemici", pur nella consapevolezza che tale metodologia, proposta per macro-aree, mal si addice al caso specifico, in cui il consumo di suolo (totale area in disponibilità) è di soli m<sup>2</sup> 520.000 circa .


Considerata la destinazione d'uso attuale del sito (copertura vegetazione erbacea), allo stesso si attribuisce un uso agricolo estensivo.

Stoccaggio e sequestro del carbonio. All'uso agricolo estensivo, il documento ISPRA richiamato associa un valore di contenuto di carbonio pari a 58 Mg/ha. A fronte di una forte discrepanza di valori proposti di costo sociale di questo SEE, ottenuti da approcci diversi, si preferisce optare per l'assunzione di un valore coincidente con il prezzo di mercato dei permessi di emissione, assumendo un valore annuo attualmente significativo di 23 €tC (6,3 €tCO<sub>2</sub>eq). In teoria, trattandosi di un impianto agrivoltaico, l'installazione dei pannelli non dovrebbe comportare un'apprezzabile riduzione di tale servizio. Tuttavia, in via del tutto prudentiale, anche assumendo la perdita di tale servizio nelle fasce coincidenti con la proiezione orizzontale dei pannelli (circa 21 ha), il valore economico annuo di questo SEE ammonterebbe a **€/a 28.014** (58x23x21), pari a **€ 756.378**, considerando una vita utile dell'impianto di anni 25, oltre ad anni 2 per costruzione e dismissione.

Qualità degli habitat. L'installazione dei pannelli fotovoltaici, con le modalità di progetto e nei limiti previsti dalle L.G. non altera significativamente la qualità dell'habitat, già antropizzato dall'attività agricola *ante operam*. Tuttavia, considerando prudentialmente che le nuove strutture contribuiscano ad un deterioramento della qualità dell'habitat, stimabile pari al 30% del suo valore qualitativo originario, e sulla base della metodologia proposta da ISPRA, assumendo il valore economico del SEE che ne deriva per la tipologia di habitat considerata pari a 520,4 €/ha/a, si ottiene un valore economico annuo del SEE di **€/a 8.118,24** (52x520,4x0,30), pari a **€ 219.192,48**, considerando una vita utile dell'impianto di anni 25, oltre ad anni 2 per costruzione e dismissione.

Produzione agricola. Lo studio ISPRA di riferimento, al fine della valutazione economica dello specifico SEE, assume che l'azione di disturbo dell'area artificiale a carico della produzione agricola, si estingua in una fascia di 20 m circostanti l'area artificiale. Nel presente caso, tuttavia, considerato che l'impianto agrivoltaico non può considerarsi un'area artificiale interferente con il contesto circostante, si stima **pari a zero** la perdita di valore economico di questo SEE.

Produzione legnosa. Non essendo presente sull'area in esame un soprassuolo arboreo, il consumo di suolo indotto dalla nuova opera non comporta sottrazione di biomassa e pertanto **il valore del SEE è nullo.**

BALTEX SARDEGNA 14 GUSPINI S.r.l.	<b>Studio di Impatto Ambientale</b> <b>Analisi costi benefici</b> Progetto impianto agrivoltaico denominato "SARDEGNA 14 GUSPINI"	Rev. 00 del 01/03/2024
		Pag. 25 a 32


Impollinazione. Non mutando sostanzialmente la destinazione produttiva dell'area interessata dall'impianto ed escludendo interferenze significative a danno degli impollinatori, si assume un **valore nullo** di questo SEE.

Regolazione del microclima. La valutazione economica di questo SEE viene effettuata da ISPRA, in via preliminare, sulla base dei maggiori costi energetici sostenuti per la climatizzazione delle abitazioni, in seguito alla variazione del microclima urbano (incremento termico), conseguente al consumo di suolo ed alla diminuzione di aree verdi e delle azioni da queste esplicitate in termini di ombreggiamento del suolo e di mitigazione termica per effetto dell'evapotraspirazione. Tenuto conto del fatto che nel contesto territoriale circostante non vi sia una presenza significativa di abitazioni e/o comunque di immobili soggetti a climatizzazione, si **considera nullo** il valore economico di questo SEE.

Rimozione di particolato e ozono. Lo Studio ISPRA di riferimento stima il valore economico di questo SEE sulla base dell'incremento degli anni di vita della popolazione, dovuti alla capacità degli ecosistemi forestali di rimuovere i seguenti inquinanti dall'aria: particolato atmosferico (PM<sub>10</sub>) e ozono (O<sub>3</sub>). Considerato che nell'area in esame non sono presenti ecosistemi forestali o comunque vegetazione arborea di sorta, si stima il valore di questo SEE **pari a zero**.


SEE legati al ciclo delle acque. Considerate le molteplici funzioni del suolo nel ciclo delle acque: purificazione da contaminanti e filtrazione dei nutrienti, regolazione del ciclo idrologico, regolazione dell'erosione, riserva idrica, ricarica delle falde e fornitura di acqua, gli approcci metodologici alla valutazione economica di questo SEE complesso, secondo ISPRA, sono molto diversi e complessi, per cui è tuttora difficile definire un percorso metodologico univoco di valutazione economica, che tenga conto di tutte le funzioni fornite dal suolo. Nel seguito viene fornita una valutazione economica dei SEE per i quali sono applicabili percorsi metodologici di stima più consolidati:

- Protezione dall'erosione. Considerate le caratteristiche naturali ed antropiche del contesto in cui si inserisce l'area in esame, le sue caratteristiche di ubicazione e di giacitura specifiche, nonché il fatto che non viene sostanzialmente mutata la copertura del suolo, si ritiene che essa non fornisca un SEE rispetto a questo aspetto, per cui il conseguente valore è stimato **tendenzialmente nullo**.
- Regolazione del regime idrologico (infiltrazione). Questo SEE si esplica attraverso sia la regolazione del deflusso superficiale (riduzione del ruscellamento superficiale e della sua velocità), sia attraverso l'approvvigionamento idrico (disponibilità di acqua nel suolo e ricarica delle falde) trattato nel punto successivo. Lo Studio ISPRA assume come valore del SEE di regolazione del deflusso superficiale il costo unitario delle opere di regimazione necessarie per mantenere l'invarianza idraulica ed idrologica del territorio, stimate dalla Regione Lombardia in 750 €/m<sup>3</sup>, assumendo una durata delle stesse di 100 anni (7,5 €/m<sup>3</sup>/a). Tuttavia, nel caso in esame, anche considerando una maggiore concentrazione di precipitazione localizzata negli interfilarari (sgrondo dei pannelli), in assenza di modificazioni della copertura del suolo, si tende ad escludere modificazioni del regime idraulico ed idrologico esterne all'area dell'impianto, per cui si assegna al SEE un valore **tendenzialmente nullo**.

BALTEX SARDEGNA 14 GUSPINI S.r.l.	<b>Studio di Impatto Ambientale</b> <b>Analisi costi benefici</b>	Rev. 00 del 01/03/2024
	Progetto impianto agrivoltaico denominato "SARDEGNA 14 GUSPINI"	Pag. <b>26 a 32</b>

- *Disponibilità di acqua.* La sottrazione di suolo comporta una riduzione di questo SEE pari alla quantità di acqua di infiltrazione persa in seguito all'impermeabilizzazione superficiale. Lo studio ISPRA assume un valore unitario dell'acqua "persa" compreso tra 0,03 e 0,71 € m<sup>3</sup>. Considerato che nel caso specifico non è prevista alcuna impermeabilizzazione del suolo, per cui si assegna al SEE un valore **tendenzialmente nullo**.
- *Purificazione dell'acqua dai contaminanti.* Il suolo, attraverso i processi chimico-fisici e biologici che in esso si sviluppano, esplica una funzione "purificatrice" dell'acqua, per cui l'artificializzazione dei suoli concorre ad una riduzione di questo servizio a causa della mancata riduzione del carico inquinante già presente nella risorsa e della regolazione dei nutrienti. Lo Studio ISPRA propone la valutazione di questo servizio attraverso l'applicazione del costo di sostituzione, considerando quali sostanze di riferimento sia i nutrienti azoto e fosforo provenienti dalla fertilizzazione delle aree agricole, per i quali assume un valore del servizio pari a 18,31 €/ha/a , sia i contaminanti per i quali assume un valore del servizio pari a 4.884,47 €/ha/a. Considerato che nel caso specifico non è prevista alcuna artificializzazione del suolo, si assegna al SEE un valore **tendenzialmente nullo**.

Sulla base di quanto sopra, il valore monetario cautelativo relativo alla perdita di servizi ecosistemici in seguito alla realizzazione dell'opera in progetto ammonta ad **€/a 36.132,24**, pari a **€ 975.570,48** considerando una vita utile dell'impianto di anni 25, oltre ad anni 2 per costruzione e dismissione.


BALTEX SARDEGNA 14 GUSPINI S.r.l.	<b>Studio di Impatto Ambientale</b> <b>Analisi costi benefici</b> Progetto impianto agrivoltaico denominato "SARDEGNA 14 GUSPINI"	Rev. 00 del 01/03/2024
		Pag. <b>27</b> a <b>32</b>

### 3.8 COMPONENTE SOCIO-ECONOMICA

La Relazione socio-economica (ID Doc. SIA.gus\_03\_ASE) evidenzia analiticamente l'entità monetaria delle ricadute sul territorio derivanti dall'impiego di operatori locali (salari, stipendi, compensi professionali) nelle diverse fasi di vita dell'impianto, che ammontano complessivamente a circa **€ 7.156.000,00**.

Inoltre, si stima che l'incidenza di acquisti di servizi e di materiali sul territorio non sia inferiore al 20% del costo di investimento complessivo dell'impianto, al netto del costo di tutta la mano d'opera, stimato pari a circa **€ 2.500.000**. Pertanto, l'ammontare del valore di servizi e materiali acquisiti sul territorio ammonta a non meno di **€ 4.554.620,90**.

Per quanto sopra, le ricadute economiche sul territorio ammontano a **€ 11.710.620,90** nel corso della vita dell'impianto.

BALTEX SARDEGNA 14 GUSPINI S.r.l.	<b>Studio di Impatto Ambientale</b> <b>Analisi costi benefici</b> Progetto impianto agrivoltaico denominato "SARDEGNA 14 GUSPINI"	Rev. 00 del 01/03/2024
		Pag. <b>28</b> a <b>32</b>

## 4. VALUTAZIONI FINANZIARIE ED ECONOMICHE

### 4.1 ANALISI FINANZIARIA

#### **Costi di Investimento**

Nel presente caso, i costi di investimento considerati sono:

- quelli per studi, indagini, progettazione ai differenti livelli, fino alla cantierabilità del progetto, oltre a quelli di Direzione lavori, gestione della sicurezza e collaudo dell'opera;
- quelli per la costruzione dell'impianto ed opere connesse;
- quelli di dismissione dell'impianto e ripristino ambientale;
- quelli di adeguamento dell'attività agro-pastorale alla presenza delle nuove strutture;

ammontanti complessivamente ad **€ 25.373.104,50**.

#### **Ricavi di esercizio**

I ricavi di esercizio forniti dall'impianto agrifotovoltaico sono:

- quelli derivanti dalla vendita dell'energia elettrica prodotta, che sulla base di una producibilità media attesa nel 25-ennio (produzione netta iniziale 71.776,806 MWh/a – 15% medio per decadimento produttività), pari a 61.010,29 Mwh/a per 25 anni, ad un prezzo unitario medio dell'energia, stimato in 55 €/MWh<sup>1</sup>, ammonta a **€/a 3.355.565,95** pari ad € 83.889.148,75 per l'intera vita utile dell'impianto
- quelli derivanti dall'attività agro-pastorale, cautelativamente non quantificati in quanto nettamente inferiori a quelli energetici e maggiormente suscettibili di fluttuazione.

#### **Costi di esercizio**


I costi medi annui di esercizio dell'impianto sono costituiti prevalentemente da:

- oneri di manutenzione ordinaria e straordinaria
- oneri assicurativi
- oneri di conduzione delle attività agro-pastorali

---

<sup>1</sup> La stima dei proventi della vendita dell'energia, valutate le attuali estreme incertezze circa le fluttuazioni dei prezzi del mercato energetico, è stata assunta come riferimento prudenziale e solamente indicativo del prezzo medio nell'arco temporale di riferimento (25 anni).

---

BALTEX SARDEGNA 14 GUSPINI S.r.l.	<b>Studio di Impatto Ambientale</b> <b>Analisi costi benefici</b> Progetto impianto agrivoltaico denominato "SARDEGNA 14 GUSPINI"	Rev. 00 del 01/03/2024
		Pag. <b>29</b> a <b>32</b>

Sulla base delle indicazioni fornite dal Committente, in fase di gestione operativa sono previsti i seguenti **costi di esercizio**:

- una struttura operativa che preveda il coinvolgimento delle seguenti figure professionali stabilmente assunte: n. 1 operaio manutentore – costo: **30.000 €/anno**;
- un contratto di O&M con ditta specializzata: costo medio annuo pari a 20.000,00 €/MWp, con un costo medio indicativo pari a **740.000 €/anno** per i 25 anni di vita economica dell'iniziativa".

Pertanto, i costi di esercizio, al netto degli oneri fiscali, si possono assumere indicativamente nell'ordine di **€/a 770.000**.

L'impianto proposto:

- **comporta un costo di investimento complessivo pari ad € 25.373.104,50;**
- **fornisce un ricavo medio annuo complessivo pari ad € 3.355.565,95;**
- **richiede costi medi annui di esercizio pari ad € 770.000.**

Da quanto sopra, si ottiene VAN finanziario (*Valore Attuale Netto*), calcolato secondo la formula generale


$$VAN = -V_0 + \sum_0^i (Bi - Ci) \frac{1}{(1+r)^i}$$

di cui:

$V_0$ = costo di investimento attualizzato;  $Bi$ = Benefici annui (ricavi);  $Ci$ : costi annui

con una durata utile dell'investimento di anni 25 ed un tasso di attualizzazione del 3,5%,

pari a **€ 17.240.939,49**.

BALTEX SARDEGNA 14 GUSPINI S.r.l.	<b>Studio di Impatto Ambientale</b> <b>Analisi costi benefici</b> Progetto impianto agrivoltaico denominato "SARDEGNA 14 GUSPINI"	Rev. 00 del 01/03/2024
		Pag. <b>30</b> a <b>32</b>

## 4.2 ANALISI ECONOMICA

Nell'analisi economica devono essere valutati i costi ed i benefici non finanziari del progetto, attraverso la monetizzazione delle esternalità positive e negative indotte dalla realizzazione del progetto stesso.

Alcune di queste esternalità generano costi e benefici diretti e quindi facilmente individuabili e quantificabili attraverso una valutazione monetaria, mentre altre esternalità generano costi e benefici indiretti, di più difficile correlazione univoca con il progetto in esame e di valorizzazione monetaria essendo privi di mercato, per i quali è necessario ricorrere a valori alternativi, quali *il costo opportunità, la disponibilità a pagare, ecc.* In questa categoria rientrano ad esempio i servizi ecosistemici (SEE).

Nel presente caso:


A) le esternalità positive primarie individuate sono essenzialmente le seguenti:

- le risorse finanziarie immediatamente disponibili e spendibile sul territorio conseguenti al ricorso a professionisti e strutture locali nelle fasi di progettazione dell'impianto e di attività conseguenti (D.L. Sicurezza, collaudo, ecc.);
- le risorse finanziarie immediatamente disponibili e spendibile sul territorio conseguenti all'incremento occupazionale indotto, in termini di nuovi occupati in fase di costruzione, di esercizio e di dismissione. Per l'analisi economica il prezzo del lavoro non è rappresentato (come nell'analisi finanziaria) dal salario/stipendio lordo dei lavoratori, soprattutto in presenza di disoccupazione involontaria, ma tale beneficio sociale deve "scontare" il prezzo del lavoro. Nel presente caso, per semplicità e maggior obiettività, tale esternalità viene quantificata pari alla sommatoria dei salari/stipendi netti erogati.
- le risorse finanziarie immediatamente disponibili e spendibile sul territorio conseguenti all'incremento dei consumi indotti a favore del mercato dei beni e dei servizi (prevalentemente locale) dovuti a forniture, servizi, noli, manutenzioni dell'impianto, ricambi, carburante e lubrificanti per i trasporti, servizi di trasporto, materiali di consumo, ecc.

il tutto per un valore di circa **€ 11.710.620,90** oltre all'incremento del gettito fiscale diretto ed indiretto per imposte dirette ed indirette dovute all'erario dal gestore dell'impianto e dai soggetti del mercato e dall'occupazione indotta.

B) sulla base delle analisi e delle valutazioni ambientali delle interferenze del progetto condotte sulle singole matrici ambientali, non si rilevano impatti significativi su alcuna componente, che possano originare esternalità negative primarie apprezzabili e monetizzabili.

C) Le esternalità positive secondarie si identificano normalmente con i vantaggi (impatti positivi) indotti dal progetto a favore dell'ambiente o di alcune sue componenti.

BALTEX SARDEGNA 14 GUSPINI S.r.l.	<b>Studio di Impatto Ambientale</b> <b>Analisi costi benefici</b> Progetto impianto agrivoltaico denominato "SARDEGNA 14 GUSPINI"	Rev. 00 del 01/03/2024
		Pag. <b>31</b> a <b>32</b>

Nel presente caso, tali esternalità positive possono essenzialmente individuarsi nei mancati costi ambientali derivanti dalla produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile, rispetto alla stessa produzione da fonte convenzionale. Considerando che:

- le esternalità negative generate dalla produzione elettrica convenzionale sono state stimate per difetto (stima 2014) in 0,02 €/kWh
- la producibilità media attesa dall'impianto in esame sarà di 61.010,29 Mwh/a

L'entità delle esternalità negative evitate (positive secondarie) sarà di **€/a 1.220.205,80** per 25 anni (pari ad un totale di € 30.505.145,00).

- D) Le esternalità negative secondarie si identificano normalmente con gli svantaggi (impatti negativi indiretti) indotti dal progetto a danno/scapito dell'ambiente o di alcune sue componenti.

Nel presente caso, le analisi e le valutazioni ambientali riportate nei capitoli 4 e 7 dello SIA escludono che il progetto proposto, in tutte le sue fasi di vita, possa indurre impatti negativi diretti ed indiretti significativi a carico delle matrici ambientali, tali da comprometterne la qualità originaria, ridurne/comprometterne la fruizione, comportare costi di ripristino e/o salvaguardia della risorsa. Tuttavia, sulla base delle valutazioni cautelative riportate nei precedenti capitoli da 3.2 a 3.7, le esternalità negative secondarie sono stimate in **€ 1.038.834,88**.

In sintesi, risulta che:

- le esternalità positive primarie, ammontano indicativamente a non meno di € 11.710.620,90;
- le esternalità negative primarie ammontano a € 0,00;
- le esternalità positive secondarie ammontano a € 30.505.145,00;
- le esternalità negative secondarie ammontano a € 1.038.834,88;

per cui le esternalità media annua è pari ad **€ 1.647.077,24**.

Pertanto, il VANE, calcolato con la formula:


$$VAN = -V_0 + \sum_0^n E_{ma} \frac{q^n - 1}{r q^n}$$

In cui:

$V_0$ = costo di investimento

$E_{ma}$ = esternalità media annua



BALTEX SARDEGNA 14 GUSPINI S.r.l.	<b>Studio di Impatto Ambientale</b> <b>Analisi costi benefici</b> Progetto impianto agrivoltaico denominato "SARDEGNA 14 GUSPINI"	Rev. 00 del 01/03/2024
		Pag. <b>32</b> a <b>32</b>

R= tasso di attualizzazione al 3,5%

ammonta a **€ 1.773.223,74**

**In presenza sia di un VAN finanziario, sia di un VAN economico entrambi nettamente positivi, l'analisi costi-benefici fornisce un esito pienamente positivo, giustificando l'intervento sia sotto il profilo privatistico, sia pubblicistico/sociale.**

---