



REGIONE SARDEGNA
COMUNE DI SASSARI
Provincia di Sassari



Titolo del Progetto

PROGETTO DEFINITIVO

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO EOLICO
DENOMINATO "WHITE AND BLUE LUIGHIEDDA"
DELLA POTENZA DI 21,60 MW IN LOCALITÀ "LUIGHIEDDA" NEL COMUNE DI SASSARI

Identificativo Documento

REL_ANAL C.B_0013_ ANALISI COSTI BENEFICI

ID Progetto	WBL	Tipologia	R	Formato	A4	Disciplina	AMB
-------------	-----	-----------	---	---------	----	------------	-----

Titolo

ANALISI COSTI E BENEFICI

		FILE:REL_SNT.pdf
IL PROGETTISTA Arch. Andrea Casula		GRUPPO DI PROGETTAZIONE Arch. Andrea Casula Geom. Fernando Porcu Dott. in Arch. J. Alessia Manunza Geom. Vanessa Porcu Dott. Agronomo Giuseppe Vacca Archeologo Marco Cabras Geol. Marta Camba Ing. Antonio Dedoni Blue Island Energy SaS

COMMITTENTE

INNOVO DEVELOPMENT 8 S.R.L.

Rev.	Data Revisione	Descrizione Revisione	Redatto	Controllato	Approvato
Rev.	OTTOBRE 2024	Prima Emissione	Blue Island Energy	Innov Development 8 Srl	Innov Development 8 Srl

PROCEDURA

Valutazione di Impatto Ambientale ai sensi dell'art.23 del D.Lgs.152/2006

BLUE ISLAND ENERGY SAS
Via S.Mele, N 12 - 09170 Oristano
tel&fax(+39) 0783 211692-3932619836
email: blueislandsas@gmail.com

NOTA LEGALE: Il presente documento non può
tassativamente essere diffuso o copiato
su qualsiasi formato e tramite qualsiasi
mezzo senza preventiva autorizzazione
formale da parte di Blue Island Energy SaS



Provincia di Sassari

COMUNE DI SASSARI

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO

EOLICO

DENOMINATO "WHITE AND BLUE LUIGHIEDDA"

*DELLA POTENZA DI **21,60 MW***

IN LOCALITÀ "LUIGHIEDDA" NEL COMUNE DI SASSARI

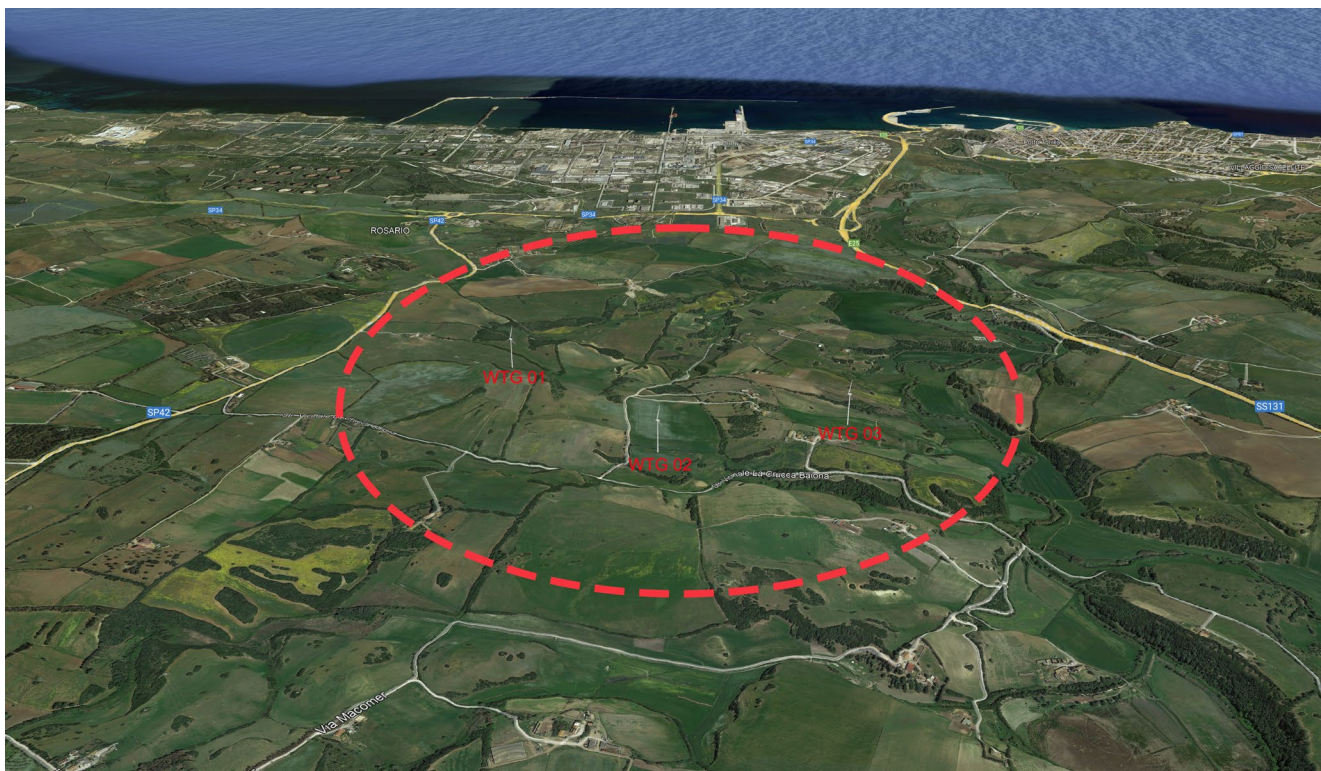
ANALISI COSTI BENEFICI

INDICE

1. INTRODUZIONE	3
2. I COSTI ESTERNI CHE RICADONO SULLA COMUNITA'	4
3. RISPARMIO DI EMISSIONI DI CO2 ED NOX	6
4. RISPARMIO DI EMISSIONI DI CO2 E NOX, RISPETTO AD IMPIANTI TERMICI	7
5. ANALISI COSTI BENEFICI DELL'IMPIANTO RISPETTO AD IMPIANTI DI UGUALE POTENZA FUNZIONANTI CON ALTRE RINNOVABILI	9
6. EMISSIONI	11
7. COSTO DEL MWH	12
8. CONCLUSIONI	13

1. INTRODUZIONE

La presente relazione ha lo scopo di analizzare i costi e i benefici derivanti dalla realizzazione del parco eolico da realizzarsi nel comune di Sassari (SS) proposto dalla società **INNOVO DEVELOPMENT 8 S.R.L.** Il progetto prevede l'installazione di 3 aerogeneratori della potenza da 7,2 MW per una potenza complessiva di 21,6 MW. Il crescente fabbisogno energetico ha indotto tutti gli Stati a favorire il ricorso a quelle fonti di energia che producono minori emissioni inquinanti e che non si esauriscono nel tempo. Lo sviluppo e l'incremento dell'impiego di fonti di energia rinnovabile è quindi, nel mondo, in forte crescita, a testimonianza dell'efficienza e del valore del mercato eolico per i paesi industrializzati che devono, contemporaneamente, ottemperare a diverse esigenze quali quelle di abbattere l'emissione di CO₂ nell'atmosfera, utilizzare sorgenti non esauribili e nello stesso tempo aumentare la stessa produzione energetica. L'energia eolica sembra meglio coniugare il soddisfacimento del citato fabbisogno con costi di produzione sempre più competitivi e quasi pari a quelli delle fonti energetiche convenzionali (carbone, petrolio, gas naturale). Tanto è dimostrato dai vari reports pubblicati dall'International Energy Association (IEA) e dall'European Wind Energy Association (EWEA). Tuttavia, anche l'eolico, al pari di tutte le altre fonti di energia rinnovabile, ha un impatto e un costo ambientale, che richiede di essere identificato e stimato, allorquando si intende realizzare il relativo impianto di produzione. I costi ambientali possono essere definiti come tutti quei costi derivanti dalla realizzazione di un progetto non sostenuti dal proponente ma imposti alla collettività, per effetto di tale realizzazione. Essi sono anche definiti esternalità negative o diseconomie. Nel corso degli anni Novanta, l'Unione Europea ha sviluppato un progetto denominato ExternE (Externalities of Energy), con l'obiettivo di definire i metodi e di aggiornare le stime dei valori delle esternalità ambientali derivanti dalla produzione di energia elettrica, con particolare riguardo a quella da fonti rinnovabili.



2. I COSTI ESTERNI CHE RICADONO SULLA COMUNITA'

Una categoria è quella dei costi esterni, cioè quei costi che non rientrano nel costo complessivo di gestione e non ricadono quindi su produttori e consumatori. Sono però costi imposti dalla società e comprendono tutti potenziali danni causati all'ambiente o alla salute dell'uomo dall'utilizzo di uno specifico combustibile durante tutta la gestione del prodotto, dall'acquisizione alla dismissione. Questi costi sostenuti dalla società rappresentano generalmente il 2% del prodotto interno lordo dell'Unione Europea. I metodi tradizionali di valutazione economica non ne tengono conto, rendendo difficile un confronto fra le tecnologie impiegate per lo sfruttamento di fonti rinnovabili e non. La Commissione Europea attraverso il cosiddetto progetto "ExternE " valuta i costi appunto esterni legati alla produzione di energia elettrica lungo tutta la vita di un impianto.

FONTE	COSTO ESTERNO NELL'UE (c€/kWh)
CARBONE	2-15
PETROLIO	3-11
GAS	1-3
NUCLEARE	0,2-0,7

FONTE	COSTO ESTERNO NELL'UE (c€/kWh)
BIOMASSE	0,08-3
IDROELETTRICA	0,03-1
FOTOVOLTAICO	0,4-0,6
EOLICO	0,05-0,25

Costi esterni fonte ExternE

Nonostante i dati del progetto ExternE siano fermi al 2005, essi rappresentano, in ogni caso, un valido punto di partenza per identificare e quantificare i costi ambientali relativi alla realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica.

Lo studio in commento individua quali esternalità rilevanti per gli impianti eolici il rumore e l'impatto visivo, ritenendo trascurabili, anche sotto il profilo monetario, gli impatti relativi alla flora, fauna, avifauna ed in generale sull'ecosistema, fatta eccezione per quegli impianti da costruirsi in aree di particolare valore naturalistico (SIC-ZPS-PARCHI). Parimenti trascurabili sono considerati l'impatto elettromagnetico e quello sul suolo.

In considerazione delle suddette premesse e con riferimento al Parco Eolico di progetto, di seguito si individuano e si stimano i relativi costi esterni.

Considerando, come da figura 1, un valore medio pari a 0,0015 €/kWh

$21,6 \text{ MW} \times 2386 \text{ h} = 50.537,76 \text{ MWh} = 50.537.760 \text{ kWh}$

$\text{Costo esterno} = 0,0015 \text{ €} \times 50.537.760 \times 20 \text{ anni} = 1.516.328 \text{ €}$

Tale valore risulta raddoppiato per l'utilizzo di un altro impianto a fonte rinnovabile come il fotovoltaico e addirittura centuplicato per l'utilizzo di impianti convenzionale a carbone o petrolio.

3. RISPARMIO DI EMISSIONI DI CO2 ED NOX

Negli ultimi anni la comunità scientifica nazionale ed internazionale ha avuto modo di produrre e divulgare numerosi saggi e pubblicazioni che vanno ad illustrare come e quanto la produzione di energia elettrica da fonte eolica presenti dal punto di vista ambientale (emissioni di tipo gassoso dannose per l'ambiente evitate rispetto a fonti combustibili fossili) un sicuro vantaggio.

Nel 2020 l'installato eolico si è attestato sui 9.496 MW che hanno consentito di produrre un quantitativo di energia pulita pari a 17,5 TWh, corrispondenti a circa 24 milioni di barili di petrolio a circa 12 milioni di tonnellate di emissioni di CO2 evitate.

Nel caso specifico, per il calcolo delle emissioni evitate, si sono presi a riferimento i dati elaborati dal GSE (Il punto sull'eolico ottobre 2017) e da ISPRA (Fattori di emissione atmosferica di CO2 e altri gas ad effetto serra nel settore elettrico n.2577/2017).

Pertanto, assumendo quale prezzo medio della CO2 l'importo di 23,11 €/t (fonte SENDECO2), ovvero 0,02311 €/kg, e considerando un risparmio di immissioni in atmosfera di 0,56 kg di CO2 per ogni KWh (fonte Ministero Ambiente), possiamo stimare il valore monetario del beneficio ambientale in questione come segue:

$$\mathbf{0,02311 \text{ €/kg} \times 0,56 \text{ kg/KWh} = 0,012942 \text{ €/KWh}}$$

$$\mathbf{\text{Costo positivo: } 0,012942 \times 50.537.760 \text{ kWh} \times 20 \text{ anni} = 13.081.193 \text{ €}}$$

Monetizzando il risparmio di CO2 avuto con l'installazione dell'impianto in progetto, si ha un beneficio stimato pari a 13 milioni di euro.

4. Risparmio di emissioni di CO₂ e NO_x, rispetto ad impianti termici

Nella tabella che segue sono riportati i dati relativi alla produzione termoelettrica lorda ed alle relative emissioni di gas serra e di contaminanti atmosferici.

La combustione nel settore elettrico è inoltre responsabile delle emissioni in atmosfera di contaminanti che alterano la qualità dell'aria. Nella seguente tabella sono riportate le emissioni dei 37 principali contaminanti atmosferici quali ossidi di azoto (NO_x), ossidi di zolfo (SO_x), composti organici volatili non metanici (COVNM), monossido di carbonio (CO), ammoniaca (NH₃) e materiale particolato (PM₁₀).

Anno 2020

Produzione termoelettrica lorda

198700000

MWh

Emissioni (relative al settore "energia elettrica e calore")			
Gas serra	Anidride carbonica - CO ₂	105900000	ton
	Metano - CH ₄	220000	ton
	Protossido di azoto - N ₂ O	530000	ton
Contaminanti atmosferici	Ossidi di azoto - NO _x	82900	ton
	Ossidi di zolfo - SO _x	25000	ton
	Composti organici volatili non metanici - COVNM	28800	ton
	Monossido di carbonio - CO	33400	ton
	Ammoniaca - NH ₃	200	ton
	Materiale particolato - PM ₁₀	2000	ton

Tabella 1: Fattori di emissione dei combustibili elaborati da ISPRA.

Per arrivare ad una comparazione tra le tipologie di produzione elettrica, per quanto riguarda l'aspetto delle emissioni atmosferiche, occorre ricavare fattori di conversione, indicanti le emissioni generate per MWh di produzione termoelettrica (Tabella 1). In particolare si ricava che la quantità di emissione di CO₂ prodotta per ogni MWh da fonte termoelettrica è pari a 532,9 kg, valore del tutto simile a quello stimato dal GSE nel suo rapporto di Ottobre 2020 pari a 536 Kg.

Emissioni evitate per MWh		
Gas serra		
Anidride carbonica - CO2	0,532964	Ton/MWh
Metano - CH4	0,001163	Ton/MWh
Protossido di azoto - N2O	0,002667	Ton/MWh
Contaminanti atmosferici		
Ossidi di azoto - NOx	0,000417	Ton/MWh
Ossidi di zolfo - SOx	0,000126	Ton/MWh
Composti organici volatili non metanici - COVNM	0,000168	Ton/MWh
Monossido di carbonio - CO	0,001163	Ton/MWh
Ammoniaca - NH3	0,000001	Ton/MWh
Materiale particolato - PM10	0,000010	Ton/MWh

In particolare si ricava che la quantità di emissione di CO2 prodotta per ogni MWh da fonte termoelettrica è pari a 532,9 kg, valore del tutto simile a quello stimato dal GSE nel suo rapporto di Ottobre 2020 pari a 536 Kg. Utilizzando i fattori di conversione sopra determinati al parco eolico di Progetto, si ottengono le tonnellate di inquinanti evitate rispetto al tradizionale termoelettrico:

Emissioni evitate per MWh e per vita utile dell'impianto		
	Tonn/anno	Tonn/20anni
Gas serra		
Anidride carbonica - CO2	37386,4	747727
Metano - CH4	81,6	1632
Protossido di azoto - N2O	187,1	3742
Contaminanti atmosferici		
Ossidi di azoto - NOx	29,3	585
Ossidi di zolfo - SOx	8,8	177
Composti organici volatili non metanici - COVNM	11,8	236
Monossido di carbonio - CO	81,6	1632
Ammoniaca - NH3	0,1	1
Materiale particolato - PM10	0,7	14

Dai risultati tabellati si evince che l'impianto eolico in progetto porterà un risparmio di circa 750mila tonnellate di CO₂ e di 585 tonnellate di NO_x. A questi valori andrebbero aggiunti anche le emissioni CO₂ e NO_x evitate, relative alle attività di estrazione, trasporto e fornitura dei combustibili fossili per gli impianti alimentati da fonti fossili, difficilmente quantificabili.

5. ANALISI COSTI BENEFICI DELL'IMPIANTO RISPETTO AD IMPIANTI DI UGUALE POTENZA FUNZIONANTI CON ALTRE RINNOVABILI

Sotto il profilo delle energie rinnovabili, quest'area potrebbe essere utilizzata oltre che per l'energia eolica, per la generazione di energia elettrica da solare fotovoltaico e da motori endotermici alimentati da Biogas prodotto dalla digestione anaerobica di prodotti e scarti agricoli.

5.1 Occupazione di suolo

L'occupazione di suolo viene considerata al netto dell'area occupata dalla cabina di consegna dell'energia, che andrebbe realizzata e avrebbe le stesse dimensioni per qualsiasi impianto indipendentemente dalla fonte rinnovabile utilizzata. Il parco eolico in progetto, considerando la superficie occupata dalla viabilità di nuova realizzazione o che si andrà ad adeguare, l'area delle piazzole e l'area delle fondazioni, prevede di occupare una superficie complessiva pari a circa 24.515 m². Consideriamo per eccesso un utilizzo di suolo di circa 3 ha.

Nel calcolo della superficie occupata non sono state prese in considerazione le aree spazzate delle pale e le aree di occupazione temporanea (18 mesi) necessarie alla costruzione del parco eolico da restituire successivamente alle opere agricole. Le aree in questione sono infatti di tipo agricolo, con la maggior parte dei terreni attualmente lavorati a seminativo. Tale tipologia di attività potrà essere portata avanti anche durante le fasi di esercizio del parco eolico.

Un impianto fotovoltaico, di tipo fisso con pannelli posati direttamente sul terreno sviluppa circa 1 MW per ettaro di terreno utilizzato. Pertanto se si volesse costruire un impianto fotovoltaico con la stessa potenza installata del parco eolico in progetto, dovrebbero essere

utilizzati circa 30 ha di terreno.

Si comprende come un impianto eolico ha un indice di utilizzo del suolo ben 10 volte inferiore rispetto alla tecnologia fotovoltaica.

Il dato aumenta ulteriormente se si considera che a parità di potenza, l'energia prodotta da un impianto fotovoltaico è inferiore rispetto all'impianto eolico. Infatti, 30 MW fotovoltaici, sviluppano circa 39.000 MWh (si è considerato un indice di 1.300 MWh/MW installato – fonte PVGIS) ben inferiore alla produzione del parco eolico.

Quindi se si volesse installare un parco fotovoltaico che garantirebbe ugual produzione energetica dell'impianto eolico in progetto, bisognerebbe avere una superficie utilizzata di circa:

Potenza necessaria per avere stessa produzione= $50.537,76 \text{ MWh} : 1300 \text{ MWh/MW} = 38.87 \text{ MW}$
Superficie necessaria= $38.87 \text{ MW} \times 1 \text{ ha/MW} = 38 \text{ ha di terreno}$

In questo caso l'impianto eolico ha un utilizzo di suolo ben 18 volte inferiore al fotovoltaico per ottenere la stessa produzione elettrica di energia.

Per quanto riguarda il biogas da biomassa, la stima delle superfici verrà analizzata tenendo in considerazione la taglia di 1 MW elettrico. A livello bibliografico la taglia degli impianti biogas oscilla tra 40 kW e 1500 kW di potenza elettrica e circa il 60% degli impianti presenti in Italia è di taglia pari a 1 MW.

Ricerche bibliografiche specifiche hanno portato a stimare, per un impianto di produzione di energie elettrica a biogas, una superficie occupata pari a circa 25.000 mq (2,5 ha/MW). Questo valore indica l'occupazione di suolo dell'impianto (vasche, motore, trincee, digestore...), ma bisogna considerare che per il funzionamento dell'impianto, in base alla dieta scelta, servono circa 100 ha di terreno adibiti alla coltivazione della biomassa vegetale dedicati ad alimentare l'impianto. In questo senso il valore dell'occupazione di suolo nella fase di funzionamento dell'impianto è di 102,5 ha /MW.

Se fosse possibile realizzare un impianto della potenza di 20 MW o 20 impianti da 1 MW occorrerebbe una superficie agricola dedicata all'impianto di 2.050 ha.

Se il paragone si facesse sull' energia elettrica generata, ne verrebbe fuori un dato alquanto eccessivo.

Per questi motivi si è ritenuto che l'alternativa della generazione elettrica tramite biogas non possa essere percorribile nel caso di specie.

Tipologia di impianto	MW	ha
Eolico	20.6	3,00
Fotovoltaico	38.87	38,00
Biogas	102,5	2050,00

Analizzando questi valori, la realizzazione del parco eolico in progetto presenta un notevole vantaggio dal punto di vista dell'occupazione del suolo rispetto alle altre fonti rinnovabili prese in esame.

6. Emissioni

È utile ricordare che per gli impianti eolici e fotovoltaici, a differenza del biogas, la fase di esercizio è caratterizzata da emissione atmosferiche pari a 0.

Il biogas viene prodotto attraverso la digestione anaerobica o fermentazione di materiale organico biodegradabile. Questo processo avviene in condizioni controllate in digestori, dove vengono utilizzati diversi tipi e miscele di materiali organici, quali concimi, colture energetiche, fanghi. Il biogas prodotto contiene principalmente metano, biossido di carbonio e tracce di altri componenti. Questa composizione dipende dalla miscela organica di partenza usata per la produzione del biogas.

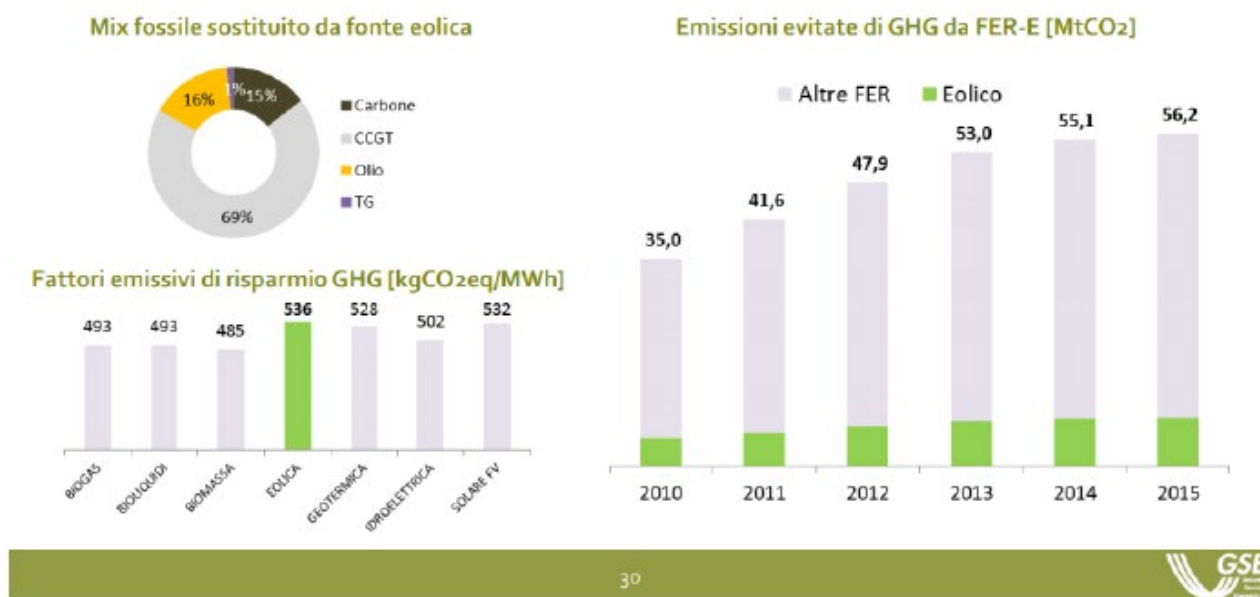
Il biogas prodotto alimenta un cogeneratore costituito da un motore a combustione interna (a ciclo Otto modificato o turbina a gas), accoppiato ad un alternatore ed a uno scambiatore di calore per il recupero termico. Il principio su cui lavora un cogeneratore si basa sull'ossidazione del metano mediante combustione; ne consegue una trasformazione del

metano prevalentemente in CO₂ e H₂O e altri inquinanti che possono derivare dalla incompleta combustione.

Tutti gli impianti sono dotati di sistemi di controllo delle emissioni nocive per la riduzione e il controllo delle emissioni in atmosfera derivate da motori a combustione interna e da caldaie.

I valori limite delle emissioni sono regolamentati dal D. Lvo 152/2006 e ss.mm.ii.

Tra le rinnovabili l'eolico è tra le fonti che presentano mediamente i maggiori risparmi di gas serra per unità energetica prodotta (fonte GSE – rapporto di ottobre 2017).



Risparmio di gas serra per fonte rinnovabile

7. Costo del MWh

Di seguito si riportano i risultati del confronto del costo dell'energia generata dalle due tipologie di impianto alimentate dalle fonti rinnovabili possibili nell'area in oggetto, cioè eolico e fotovoltaico.

DATI E SPESE		
	eolico	fotovoltaico
Potenza [MW]	21.6	21.6
Ore equivalenti di funzionamento	2386	1300
E.E. generata [MWh/anno]	50.537,76	38.870
Capex [K€/MW] ²	1000	700
Opex [€/MW] ³	34.000	12.000
Costo del terreno [k€]	1.360	1.760.000
Costo €/Mwh/20anni	20	28

8. CONCLUSIONI

Il presente documento ha analizzato ed illustrato l'effettivo vantaggio, sia dal punto di vista ambientale che economico, della tecnologia di produzione di energia da fonte rinnovabile eolica rispetto ai combustibili fossili e ad altre tipologie di fonti rinnovabili. In particolare, il parco eolico in progetto consente di generare energia elettrica per 50.537 MWh/anno ed evitare emissioni di 27.000 ton/anno di CO₂, che diventano oltre 540.000 tonnellate nell'arco dei 20 anni di vita dell'impianto rispetto ad un impianto alimentato a combustibili fossili.

Rispetto invece ad un impianto fotovoltaico di pari potenza, il parco eolico in progetto è in grado di generare maggior quantità di energia pari al 46% a fronte di un utilizzo di un'area del 90% inferiore; i costi di generazione delle due fonti sono sostanzialmente comparabili, di poco favorevoli all'eolico.

Analizzando quindi l'energia elettrica generata, la quantità di emissioni evitate, l'occupazione di suolo ed i costi di produzione, risulta che la fonte di tipo eolico nel resoconto costi-benefici risulta conveniente rispetto alle fonti energetiche tradizionali e rispetto ad altre fonti rinnovabili come il fotovoltaico.