

RELAZIONE TECNICA

IMPIANTO FOTOVOLTAICO 19,8 kW_p

COMUNE DI LICODIA EUBEA

**SITO PRESSO GLI IMPIANTI SPORTIVI COMUNALI
IN PIAZZA FRATE FRANCESCO CASCIO SN**

INDICE

1. VALENZE DELL'INIZIATIVA	3
2. OGGETTO DELL'INTERVENTO	3
3. DESCRIZIONE DEL SISTEMA.....	3
3.1 Sito di installazione	3
3.2 Tipologia di connessione	4
3.3 Componenti dell'impianto	4
3.3.1 Moduli fotovoltaici.....	4
3.3.2 Strutture di sostegno dei moduli.....	7
3.3.3 Convertitore cc/ca	8
3.3.4 Quadro di protezione.....	9
3.3.5 Sistema di messa a terra	9
3.3.6 Sistema di accumulo a batterie	10
4. FUNZIONAMENTO DEL SISTEMA	11
5. PRESTAZIONI DEL SISTEMA E PRODUZIONE ATTESA ANNUA	12
6 DATI RIASSUNTIVI DI PROGETTO.....	14
6.1 Dati di progetto di carattere generale.....	14
6.2 Dati di progetto relativi all'impianto fotovoltaico	15
7. SICUREZZA E MANUTENZIONE.....	15
8. SISTEMA DI RICICLO.....	17
9. RIFERIMENTI LEGISLATIVI E NORMATIVI	18

1. VALENZE DELL'INIZIATIVA

In questi anni, la tecnologia fotovoltaica sta ricevendo crescente attenzione, soprattutto a causa delle esigenze di risparmio energetico e di riduzione dei gas serra, obiettivi fondamentali del Protocollo di Kyoto.

In questo ambito, la realizzazione di un impianto fotovoltaico rappresenta una soluzione adatta a rispondere agli attuali problemi ambientali in quanto consente i seguenti vantaggi:

- la produzione di energia elettrica senza alcuna emissione di sostanze inquinanti;
- il risparmio di combustibile fossile;
- nessun inquinamento acustico;
- l'applicazione di soluzioni di progettazione del sistema perfettamente compatibili con le esigenze di tutela del territorio.

Nel caso specifico, l'impianto fotovoltaico in progetto verrà collegato alla rete elettrica di distribuzione locale in modalità di cessione pura.

2. OGGETTO DELL'INTERVENTO

Lo scopo del presente documento è definire tecnicamente un impianto di generazione elettrica con l'utilizzo della fonte rinnovabile solare attraverso la conversione fotovoltaica.

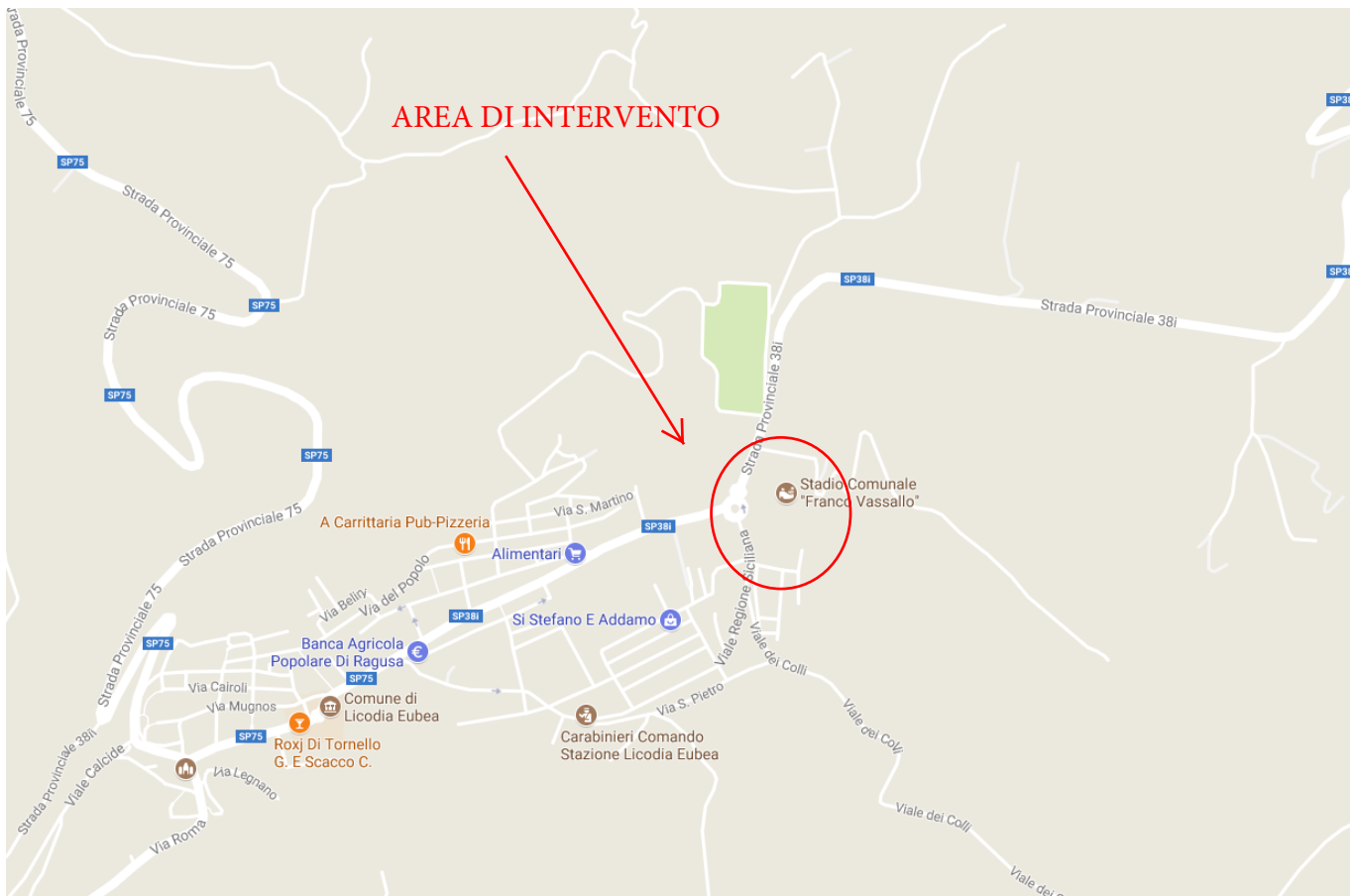
L'impianto, della potenza nominale complessiva di 19,8 kWp, verrà realizzato nel Comune di Licodia Eubea, sul tetto della piscina comunale di Piazza Frate Francesco Cascio (Rif. Catastali: Foglio 26 – Particella 523).

3. DESCRIZIONE DEL SISTEMA

3.1 Sito di installazione

L'impianto fotovoltaico sarà installato sul tetto piano della piscina comunale in aderenza, con orientamento 0° Azimut ed inclinazione di circa 0° (tilt). Lo scorrimento del tetto sarà garantito tramite delle guide cavi. L'area del tetto occupata sarà di circa 113 m^2 (segue immagine inquadramento area), e il tipo di installazione:

- non comporta modifiche alla sagoma della costruzione, né dei fronti prospicienti pubbliche strade o piazza;
- non comporta aumento delle superfici utili e del numero delle unità immobiliari;
- non modifica la destinazione d'uso delle costruzioni e delle singole unità immobiliari;
- non è in contrasto con gli strumenti urbanistici vigenti adottati e con il regolamento edilizio comunale.



3.2 Tipologia di connessione

L'impianto sarà connesso alla rete di distribuzione dell'energia elettrica locale secondo il regime di Scambio altrove

Verrà allacciato alla rete in modalità MT trifase, a valle del punto di consegna fiscale dell'energia, rispettando le normative vigenti di cui al *paragrafo 9*, in particolare quelle relative alle disposizioni CEI 0 -21 per il collegamento dell'impianto alla rete pubblica bassa tensione

3.3 Componenti dell'impianto

I componenti dell'impianto fotovoltaico collegato in parallelo alla rete sono:

- Moduli fotovoltaici in silicio monocristallino

- Strutture di ancoraggio dei moduli fotovoltaici
- Convertitore statico corrente continua/corrente alternata
- Quadro di protezione
- Cavi elettrici e cablaggio
- Sistema di messa a terra

I moduli verranno suddivisi in campi, sottocampi e stringhe.

Per stringa fotovoltaica si intende un insieme di moduli collegati tra loro in serie: la tensione resa disponibile dalla stringa è data dalla somma delle tensioni fornite dai singoli moduli che compongono la stringa.

Un sottocampo fotovoltaico è, invece, un insieme di più stringhe connesse in parallelo: la corrente erogata dal sottocampo sarà la somma delle correnti che fluiscono in ogni stringa.

Un campo fotovoltaico è, invece, un insieme di più sottocampi connessi in parallelo: la corrente erogata dal campo sarà la somma delle correnti che fluiscono in ogni sottocampo.

Pertanto, dal punto di vista elettrico, il generatore fotovoltaico è costituito da moduli che sono collegati in serie, al fine di costituire una “stringa”.

Nel complesso, il campo fotovoltaico risulta essere organizzato in modo da ottenere diversi “campi” e “sottocampi” elettricamente indipendenti tra loro, ottenuti dal parallelo di diverse stringhe ed ognuno gestito dal relativo inverter.

3.3.1 Moduli fotovoltaici

I moduli fotovoltaici scelti per la realizzazione dell’impianto sono in silicio monocristallino, con potenza di picco di 300 W.

L’impianto fotovoltaico, nel complesso, sarà costituito da 66 moduli, suddivisi in 4 stringhe: due stringhe da 16 moduli e due da 17 la cui somma porterà alla potenza complessiva di 19800 Watt.

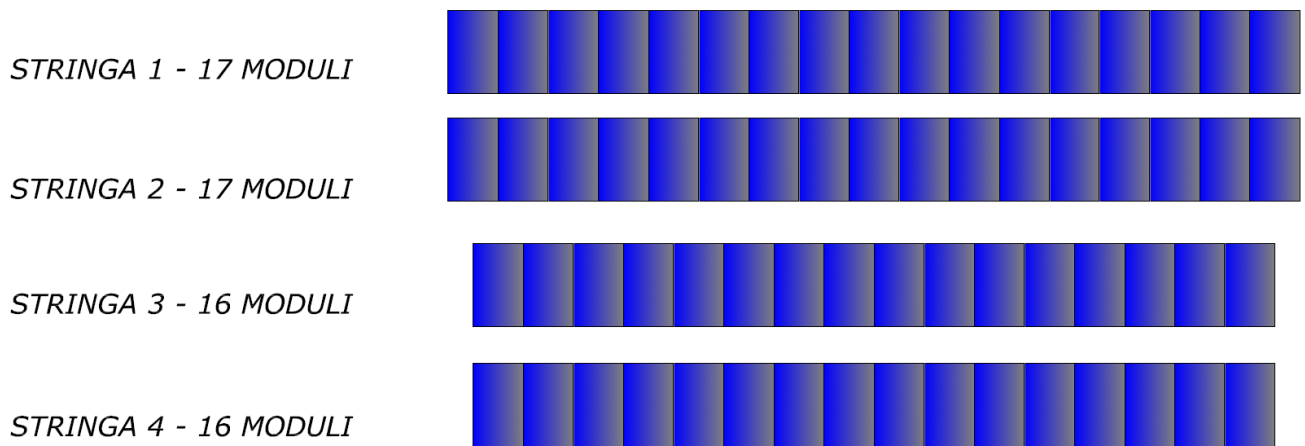
Caratteristiche dei moduli

LUNGHEZZA	1650,00 mm
LARGHEZZA	998,00 mm
SPESSORE	35,00 mm
PESO	19,00 Kg
SCATOLA DI CONNESSIONE	1 scatola con diodi di bypass
CELLA IN SILICIO MULTICRISTALLINO	60 celle, misura 156,00 x 156,00 mm
TELAIO	Alluminio anodizzato
VETRO	Temperato frontale
Dati Elettrici:	
P _{max} (±1%)	300,00 W _p
V _{mp}	29,87 V
I _{mp}	7,70A
V _{oc}	37,10 V
I _{sc}	8,10 A
Max system voltage	1000,00 V
Noct	44,18 °C
Coefficiente di temperatura:	
α:coefficiente di temperatura della I _{cc}	0,085 %/°C
β:coefficiente di temperatura di V _{oc}	-0,33 %/°C
δ:coefficiente di temperatura della P _{Max}	-0,40 %/°C
Certificazione IEC 61215,TUV Safety Class II 1000 V_{DC}	

3.3.2 Strutture di sostegno dei moduli

Il generatore fotovoltaico sarà installato su tetto mediante strutture metalliche in acciaio zincato e alluminio, utilizzando un sistema di ancoraggio tramite carpenteria metallica . Il montaggio modulare offre possibilità quasi illimitate di assemblaggio per i moduli fotovoltaici; infatti, su queste strutture, i moduli possono essere installati in numero di colonne e file a compatibili con le diverse esigenze progettuali.

Nel progetto in esame saranno installati 66 moduli fotovoltaici, disposti secondo lo schema seguente e dal punto di vista elettrico formeranno 4 stringhe per una potenza complessiva di 19800 kWp.



La forma del profilo di sostegno riflette ottimamente i carichi statici e dinamici. La struttura di sostegno ed il relativo ancoraggio sono calcolati in modo da rispondere alle caratteristiche strutturali definite mediante il *Decreto ministeriale del 16 Gennaio 1996 pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale del 5 Febbraio 1996 (Paragrafo 5 "Carichi e Sovraccarichi")*.

I carichi agenti sulle strutture sono:

- Peso proprio (P_{pp});
- Neve (P_n);
- Vento (P_v).

Altri carichi quali il sisma e la temperatura vengono trascurati perché meno gravosi e non cumulabili con i carichi considerati (vento e neve) o perché non comportano significativi stati tensionali (strutture isostatiche).

I carichi da neve e da vento vengono combinati secondo quanto previsto dalla normativa vigente per il calcolo delle sollecitazioni agenti sulle strutture.

3.3.3 Convertitore cc/ca

I gruppi di conversione adottati per tale tipologia di impianto sono composti dal componente principale *inverter* e da un insieme di componenti, quali filtri e dispositivi di sezionamento protezione e controllo, che rendono il sistema idoneo al trasferimento della potenza dal generatore alla rete, in conformità ai requisiti normativi, tecnici e di sicurezza applicabili.

Il sistema fotovoltaico in progetto prevede l'utilizzo di n° 1 convertitori statici di potenza da corrente continua a corrente alternata di $P_{CC} = 20$ kW. Le perdite dovute all'efficienza dell'inverter stesso sono minori e quantificabili nell'ordine del 2.5%. Gli inverter sono progettati per usi esterno.

L'inverter trifase è costituito principalmente da:

- **Sezione d'arrivo** dal campo fotovoltaico con organo di sezionamento e misure e controllo d'isolamento;
- **Convertitore statico**, provvisto di ponte IGBT a commutazione forzata, logiche di comando, protezioni, autodiagnostica e misure;
- **Sezione d'uscita** in corrente alternata trifase, i dispositivi di comando del parallelo.



3.3.4 Quadro di protezione

I dispositivi di protezione sono fondamentali per:

- proteggere i componenti dell'impianto da eventuali anomalie di funzionamento dovute a sovraccarichi di tensione o di corrente;
- isolare l'impianto nel caso si svolgano opere di manutenzione all'impianto o alla rete di distribuzione.

In particolare, le protezioni utilizzate per l'impianto in oggetto sono le seguenti:

Lato corrente continua:

Nella parte di impianto caratterizzata da corrente continua si prevede il posizionamento di:

- interruttore sezionatore che permette il sezionamento di sicurezza del campo fotovoltaico;
- diodi atti a garantire la corretta circolazione della corrente nelle stringhe;
- scaricatore di sovratensione a protezione dell'inverter.

Lato corrente alternata:

Nella parte di impianto caratterizzata da corrente alternata si prevede il posizionamento di:

- interruttori magnetotermici differenziali a valle dell'inverter (dispositivo di generatore);
- scaricatore di sovratensione e interruttore magnetotermico a valle del contatore di misurazione dell'energia prodotta dall'impianto.

Tutti i dispositivi scelti sono dimensionati in funzione della potenza del campo fotovoltaico e nel rispetto delle normative vigenti.

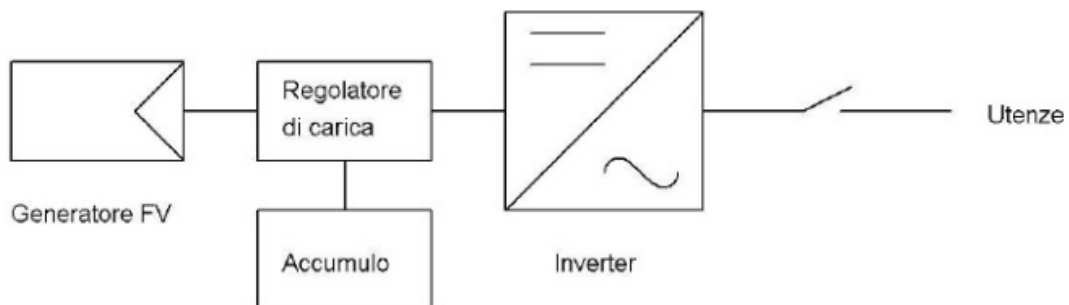
3.3.5 Sistema di messa a terra

Verrà creato un sistema di messa a terra idoneo all'area impiegata e alla potenza installata.

3.3.6 Sistema di accumulo a batterie

Il sistema è composta da un regolatore di carica e da batterie da 12 V e 200 Ah collegate in serie.

Questo sistema permette di usufruire, in maniera stabile e continua, solo dell'energia prodotta dall'impianto e, in caso di emergenza, puoi comunque collegarsi al gestore elettrico, infatti l'inverter che si utilizza possiede due ingressi, uno per i moduli fotovoltaici che vengono posizionati sul tetto e uno per la linea di rete elettrica nazionale.



Le batterie d'accumulo sono al gel, da 12V e 200Ah, garantite 2.000 cicli (5/6 anni), ma destinate a durarne circa 10 e non hanno bisogno di manutenzione e di rabbocchi grazie alla ricombinazione automatica interna, hanno una dimensione (Lung. x Prof. x Alt.) di 522x 238 x 218mm e pesano 66 Kg l'una. È possibile posizionarne una sull'altra in base allo spazio che hai a disposizione.

La capacità di accumulo è di 28,8 kWh (nr 12 batterie) e si ha la possibilità di prelevarne fino al 70%. Le batterie d'accumulo ti consentono di massimizzare il risparmio, arrivando ad autoconsumare anche 80% del fabbisogno energetico.

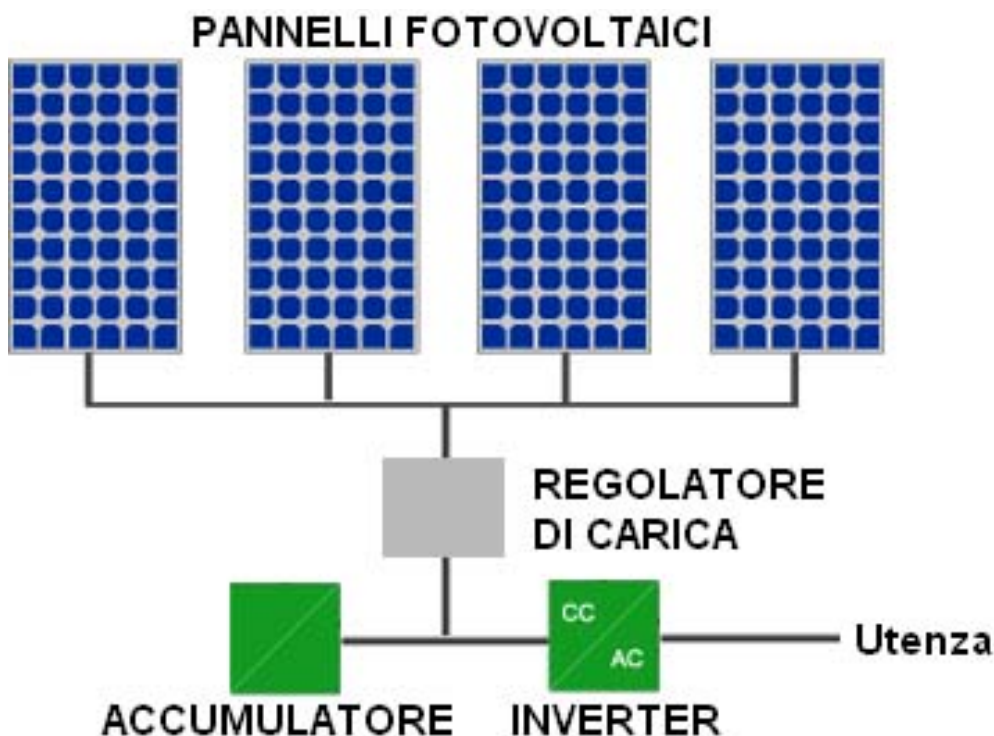
Le batterie considerate in progetto sono 24. Questo perchè visto il loro ciclo di vita e la costante innovazione tecnologica si vogliono avere delle batterie di riserva che permettano in qualsiasi momento di sostituire il parco batterie senza disagi derivanti da quest'ultimi dall'irreperibilità futura sul mercato e permettendo così di non modificare lo schema d'impianto per almeno 10 anni.

4. FUNZIONAMENTO DEL SISTEMA

Il sistema ha un funzionamento completamente automatico e non richiede alcun ausilio per il regolare esercizio.

Quando viene raggiunta una soglia minima di irraggiamento sul piano dei moduli, il sistema inizia automaticamente ad inseguire il punto di massima potenza del campo fotovoltaico (M_{PP} = maximum power point), modificando la *caratteristica* (grafico tensione/corrente) per estrarre la massima potenza disponibile.

Le sezioni dei cavi del sistema trifase così ottenuto, assumeranno valori via via decrescenti in funzione delle relative distanze presenti, per cui i cavi in rame avranno una sezione di sezione 10 mm^2 , così le perdite dovute a cadute di tensione saranno ridotte sempre di più, poiché i cavi non saranno mai sollecitati più del 70% della loro portata massima. I cavi saranno in rame con isolamento in PVC. Dal lato della corrente continua (tra inverter e pannelli solari) saranno utilizzati cavi solari a doppio isolamento di sezione di 10 mm^2 .



5. PRESTAZIONI DEL SISTEMA E PRODUZIONE ATTESA ANNUA

Come per qualsiasi impianto ad energia rinnovabile, la forma primaria risulta aleatoria e quindi solo statisticamente prevedibile. Per avere riferimenti oggettivi sui calcoli di prestazione dei sistemi, si fa riferimento a pubblicazioni ufficiali che raccolgono le elaborazioni di dati acquisiti sul lungo periodo, fornendo così medie statistiche raccolte in tabelle di anni-tipo.

Per pannelli aventi Azimut 0° inclinazione 0°(tilt) rispetto all'orizzontale, i dati disponibili ottenuti dal sito ufficiale della **European Commision-Joint Research Centre** corrispondenti alla zona di Licodia Eubea (CT) indicano valori di irraggiamento riportati nel grafico che segue:

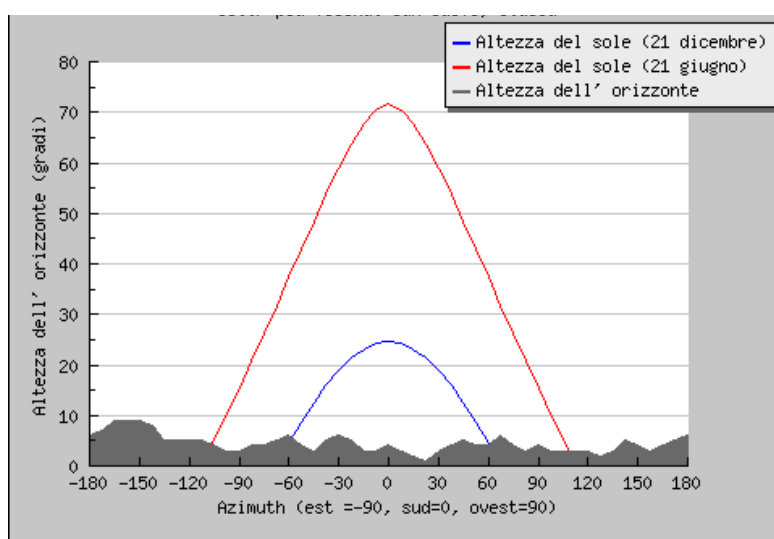
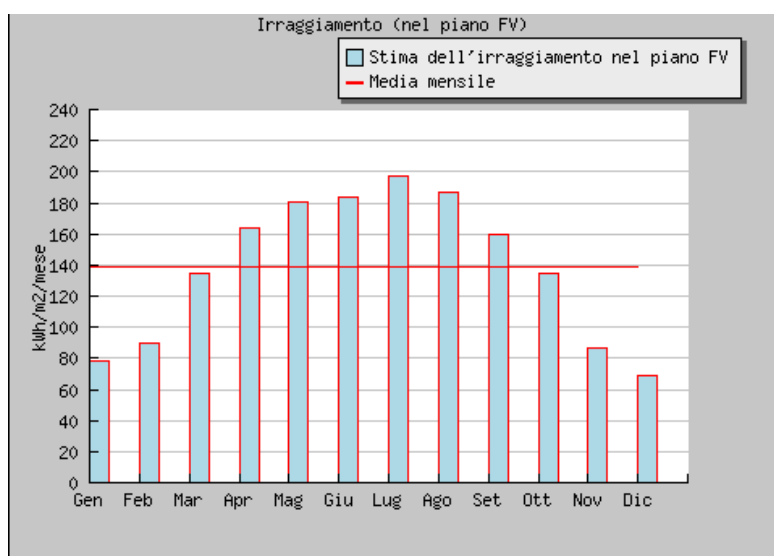


Grafico relativo ai valori di irraggiamento locale espresso in kWh/m².

Irraggiamento (nel piano FV) per: Inclinazione=0 °, Orientamento=0 °		
Mese	Irraggiamento mensile (kWh/m²)	Irraggiamento giornaliero (kWh/m²)
Gen	79.0	2.50
Feb	90.0	3.20
Mar	134.0	4.30
Apr	163.0	5.40
Mag	180.0	5.80
Giu	183.0	6.10
Lug	197.0	6.40
Ago	187.0	6.00
Set	160.0	5.30
Ott	134.0	4.30
Nov	86.0	2.90
Dic	69.0	2.10
Media annuale	139.0	4.6
Irraggiamento totale annuo (kWh/m ²)	1663.0	

Considerando il caso in esame, ovvero:

- Potenza nominale del sistema FV: 19,80 W_p (silicio monocristallino)
- Inclinazione dei moduli: 0°
- Orientamento (azimuth) dei moduli: 0°
- Stima delle perdite causate dalla temperatura: 8,6 %
(usando dati di temperatura locali)
- Perdite stimate causate dall'effetto angolare di riflessione: 2,7 %
- Altre perdite (cavi, inverter, etc.): 10,0%

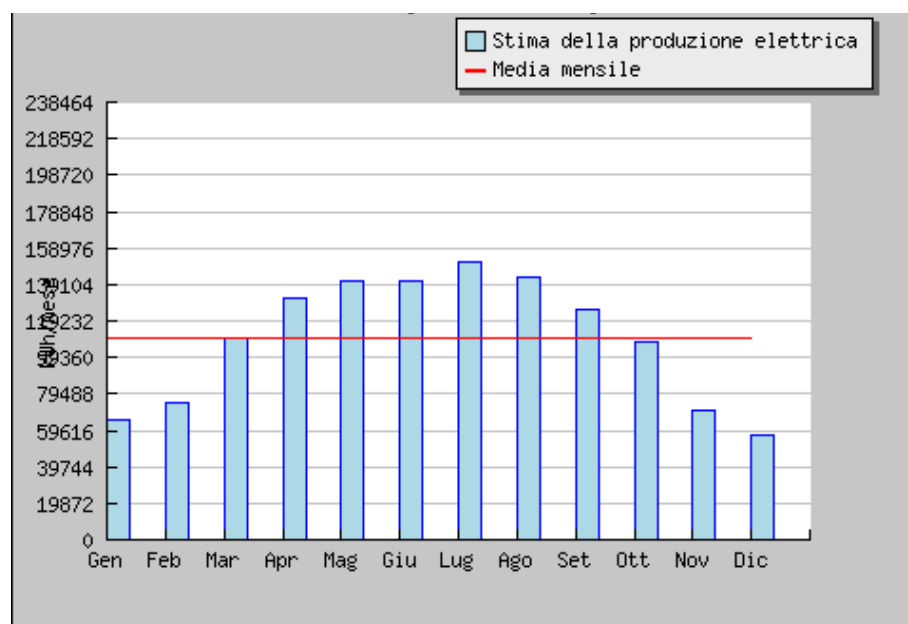
Per un totale delle perdite di sistema pari al 21,0 %.

Fatte tali considerazioni inerenti la stima dell' irraggiamento nel piano fotovoltaico la produzione di energia elettrica corrispondente sarà stimabile in:

Produzione elettrica FV per: potenza nominale=19,80 kW_p, Perdite di sistema=10,0%		
	Inclinazione=0°, Orientamento=0°.	
Mese	Produzione mensile (kWh)	Produzione giornaliera (kWh)
Gen	65.812	2.123
Feb	74.329	2.655
Mar	109.828	3.543
Apr	131.563	4.385
Mag	141.126	4.552
Giu	141.497	4.717
Lug	151.102	4.874
Ago	143.548	4.631
Set	125.484	4.183
Ott	107.730	3.475
Nov	70.923	2.364

Dic	57.219	1.846
Media annuale		
	110.013	3617
Produzione annuale (kWh)	1.320,161	

Grafico relativo alla conversione elettrica mensile espressa in kWh



6 DATI RIASSUNTIVI DI PROGETTO

6.1 Dati di progetto di carattere generale

Dati	
Committente	COMUNE DI LICODIA EUBEA
Persona fisica	-

Scopo del lavoro	Realizzazione di un impianto fotovoltaico collegato alla rete elettrica di distribuzione locale in modalità trifase
Vincoli da rispettare	Interfacciamento alla rete consentito a norme CEI 0-21 Il convertitore statico e i quadri devono essere posizionati in locali protetti, accessibili solo a personale specializzato.

6.2 Dati di progetto relativi all'impianto fotovoltaico

Dati	Valori Stabiliti
Tipo moduli	modulo a 60 celle
Numero moduli	66
Area singolo modulo (m ²)	1,617
Superficie totale del campo (Ha)	113 m2
Tecnologia	Celle monocristalline
Potenza nominale del singolo modulo (STC) (Wp)	300 Wp a 25 °C
Potenza nominale del campo FV (kWp)	19,80kWp
Caratteristiche area di installazione	TETTO PIANO
Inclinazione dei moduli rispetto all'orizzontale (0° Or. – 90° Ver)	0°
Azimut Pannelli (Sud =0°; Est= -90°; Ovest = +90°)	-0°
N° Inverter	1
N° di fasi	3 + N

7. SICUREZZA E MANUTENZIONE

Si consiglia di sottoporre l'impianto fotovoltaico a delle verifiche annuali al fine di attestare le condizioni dei vari componenti ed eventualmente, nel caso di guasti, di effettuare la relativa manutenzione.

Ciò deve essere eseguito da personale specializzato nel rispetto delle norme di sicurezza seguenti:

- **DPR 547/55** : Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro
- **DPR 164/56** : Norme particolari per la prevenzione degli infortuni

- **Legge 46/90** : Norme per la sicurezza degli impianti
- **DL 494/96** : Attuazione della direttiva 92/57/CEE concernente le prescrizioni minime di sicurezza e di salute da attuare nei cantieri temporanei o mobili

In più seguire le indicazioni delle norme di prevenzione CEI ove richiesto.

Delle norme di sicurezza ora richiamate si prendano in esame le modifiche ed integrazioni ad esse successive.

Si riportano di seguito le opere di manutenzione effettuabili per i principali componenti dell'impianto fotovoltaico:

❖ **MODULI FOTOVOLTAICI**

La manutenzione preventiva fatta sui moduli fotovoltaici è tesa principalmente a controllare l'esistenza di:

- danni ai vetri anteriori;
- deterioramento del materiale usato per l'isolamento interno dei moduli;
- necessità di pulizia del vetro.

E' inoltre opportuno controllare:

- la presenza di eventuali deformazioni della cassetta di terminazione e di umidità all'interno;
- lo stato dei contatti elettrici e dei diodi di by-pass;
- il corretto serraggio dei morsetti di intestazione dei cavi di collegamento delle stringhe;
- l'integrità della siliconatura dei passacavi.

Per eseguire tutte queste operazioni non è necessaria la messa fuori servizio dell'impianto.

Oltre alle verifiche sui singoli moduli, è anche necessario controllare il funzionamento delle stringhe, in particolare, è bene verificare direttamente nel quadro elettrico per mezzo di un multimetro, l'uniformità delle tensioni a vuoto e delle correnti per ciascuna delle stringhe costituenti l'impianto.

❖ **STRUTTURE DI SOSTEGNO**

E' opportuno controllare che le strutture di sostegno siano ben serrate in corrispondenza delle bullonature, che l'azione del vento non abbia modificato anche leggermente la geometria dei profili e che lo strato di zincatura (qualora presente) non sia deteriorato.

Nel caso sia presente della ruggine è opportuno provvedere a ripristinare la zincatura con un processo a freddo.

❖ **QUADRI ELETTRICI**

In tale caso la manutenzione consiste nel controllo di:

- eventuali danni all'armadio e ai componenti ivi contenuti;
- corretta indicazione degli strumenti di misura eventualmente presenti sul fronte del quadro;
- integrità dei diodi di blocco;
- efficienza degli scaricatori di sovratensione nonché di tutti gli organi di manovra (interruttori, sezionatori, ecc).

8. SISTEMA DI RICICLO

Al termine della vita utile di un impianto fotovoltaico, ove non sia possibile riutilizzare i pannelli presso altri impianti, i moduli vengono prelevati da operatori ambientali che si occupano di separare i materiali riciclabili da quelli inerti non riutilizzabili.

I principali componenti di un pannello sono:

- Silicio;
- Vetro;
- Metalli (cornice e contatti);
- Componenti elettrici

Circa il 95% del modulo (in peso) è quindi composto da materiali "nobili" che possono essere riciclati per altri utilizzi. Il resto è formato da rifiuti inerti che sono smaltiti presso una comune discarica.

I pannelli possono essere prelevati sul sito da un soggetto specializzato pubblico o privato specializzato in ambito di recupero materiali, che potrà agevolmente sottoporre i pannelli ad un processo di riciclo e smaltimento strutturato nelle seguenti macrofasi:

1. Separazione e lavaggio dei vetri (invio dei vetri presso le industrie del settore);
2. Separazione dei componenti metallici del modulo
3. Purificazione dei metalli riutilizzabili per il riciclo
4. Smaltimento degli inerti rimanenti presso una discarica

Il processo di smaltimento, data l'assenza di materiali pericolosi o inquinanti tra i componenti del pannello, non necessita di particolari competenze e può essere gestito da uno dei numerosi operatori ambientali che agiscono sul territorio.

Inoltre, anche il sistema di supporto scelto, date le caratteristiche dei materiali che lo costituiscono, risulta possedere un elevato grado di riciclabilità, come dichiarato dal costruttore dello stesso.

9. RIFERIMENTI LEGISLATIVI E NORMATIVI

Nella redazione del presente progetto dovranno essere considerate nell'esecuzione dei lavori di installazione le disposizioni di legge e le norme tecniche del CEI.

L'impianto fotovoltaico e i relativi componenti saranno realizzati nel rispetto delle norme tecniche richiamate nell'Allegato 1 al DM 28 luglio 2005, ai sensi di quanto previsto dall'articolo 4, comma 3, del DM 28 luglio 2005.

Si richiamano nel seguito le principali norme e leggi che regolamentano le attività di progettazione e costruzione degli impianti elettrici.

1. *Legge 31 ottobre 1966 n. 940 (G.U. n. 286 del 15 novembre 1966)* - Modificazione alla imposta erariale sul consumo della energia elettrica. Sostituita da Decreto 26 Ottobre 1995 n. 504
2. *Legge 5 Marzo 1990 n. 46 (G.U. n. 59 Serie generale del 12 marzo 1990)* - Norme per la sicurezza degli impianti.
3. *Legge 9 gennaio 1991 n. 9 (G.U. n. 13 Serie generale del 16 gennaio 1991)* - Norme per l'attuazione del nuovo Piano energetico nazionale: aspetti istituzionali, centrali idroelettriche ed elettrodotti, idrocarburi e geotermia, autoproduzioni e disposizioni fiscali.
4. *Legge 9 gennaio 1991 n. 10 (G.U. n. 13 Serie generale del 16 gennaio 1991)* - Norme per l'attuazione del nuovo Piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia.
5. *Deliberazione 29 aprile 1992 - Provvedimento n. 6/1992 (G.U. n. 109 del 12 maggio 1992)* - Prezzi dell'energia elettrica relativi a cessione, vettoriamento e produzione per conto dell'ENEL, parametri relativi allo scambio e condizioni tecniche generali per l'assimilabilità a fonte rinnovabile.
6. *Decreto 25 Settembre 1992 (G.U. n. 235 Serie generale del 6 ottobre 1992)* - Approvazione della convenzione-tipo prevista dall'art. 22 della legge 9 gennaio 1991, n. 9, recante norme per l'attuazione del nuovo Piano energetico nazionale: aspetti istituzionali, centrali idroelettriche ed elettrodotti, idrocarburi e geotermia, autoproduzione e disposizioni fiscali.
7. *Decreto 26 Ottobre 1995 n. 504 (G.U. n. 279 del 29 novembre 1995)* - Testo unico delle disposizioni legislative concernenti le imposte sulla produzione e sui consumi e relative sanzioni penali e amministrative.
8. *Decreto 19 luglio 1996 (G.U. n. 172 Serie generale del 24 luglio 1996)* - Modificazioni ai provvedimenti CIP in materia di contributi di allacciamento, di cassa conguaglio per il settore elettrico e di sovrapprezzo per i nuovi impianti da fonti rinnovabili ed assimilate.
9. *Legge 23 dicembre 1996 n. 662 (G.U. n. 303 Serie generale del 28 dicembre 1996)* - Misure di razionalizzazione della finanza pubblica.

Normativa riguardante la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere civili asservite all'impianto fotovoltaico.

10. *Decreto 7 gennaio 1956 n. 164 (G.U. n. 78 del 31 marzo 1956)* - Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro nelle costruzioni
11. *Legge 25 novembre 1962 (allegato)* - *Elenco delle località sismiche di prima e seconda categoria, aggiornate con le successive modifiche ed integrazioni*
12. *Legge 5 novembre 1971 n. 1086* Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica
13. *Legge 2 febbraio 1974 n. 64* Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche
14. *Circolare Ministero LL.PP. 14 febbraio 1974 n. 11951* Applicazione delle norme sul cemento armato L. 5/11/71 n. 1086
15. *Decreto 14 febbraio 1992* - Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche
16. *Decreto 19 settembre 1994 n. 626 (G.U. n. 265 del 12 novembre 1994)* - Attuazione delle direttive 89/391/CEE, 89/654/CEE, 89/655/CEE, 89/656/CEE, 90/269/CEE, 90/270/CEE,

- 90/394/CEE e 90/679/CEE riguardanti il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori sul luogo di lavoro.
17. Decreto 9 gennaio 1996 - Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche
 18. Decreto 16 gennaio 1996 - Norme tecniche relative ai "Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi"
 19. Decreto 16 gennaio 1996 - Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche
 20. Decreto 19 marzo 1996 n. 242 (G.U. n. 104 del 6 maggio 1996) - Modifiche ed integrazioni al decreto legislativo 19 settembre 1994, n. 626, recante attuazione di direttive comunitarie riguardanti il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori sul luogo di lavoro.
 21. Circolare Ministero LL.PP. 4 luglio 1996 n. 156AA.GG./STC. - Istruzione per l'applicazione delle "Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi" di cui al Decreto Ministeriale 16 gennaio 1996
 22. Decreto 14 agosto 1996 n. 493 (G.U. n. 223 del 14 agosto 1996) - Attuazione della direttiva 92/58/CEE concernente le prescrizioni minime per la segnaletica di sicurezza e/o di salute sul luogo di lavoro
 23. Decreto 14 agosto 1996 n. 494 (G.U. n. 223 del 23 settembre 1996) - Attuazione della direttiva 92/57/CEE concernente le prescrizioni minime di sicurezza e di salute da attuare nei cantieri temporanei o mobili.
 24. Circolare Ministero LL.PP. 10 aprile 1997 n. 65/AA.GG. - Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche" di cui al decreto ministeriale 16 gennaio 1996.

Normativa riguardante la progettazione, l'esecuzione e il collaudo dell'impianto fotovoltaico.

25. ENEL DV 606 - Marzo 1997 - Pannello semplificato per la protezione di interfaccia monofase per autoproduttori.
26. CEI 64-8 - Terza edizione - Ottobre 1992 - Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua.
27. ENEL DK 5950 - Marzo 2002 Criteri di allacciamento di tetti fotovoltaici alla rete BT di distribuzione
28. CEI 11-20 - Quarta edizione - Ottobre 2000 - Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria
29. IEC 1646: Thin-film terrestrial photovoltaic (PV) modules, Design qualification and type approval
30. CEI 82-4 (EN 61173) - Protezioni contro le sovratensioni dei sistemi fotovoltaici (FV) per la produzione di energia - Guida
31. CEI 82-8 (EN 61215) - Moduli fotovoltaici in silicio cristallino per applicazioni terrestri. Qualifica del progetto e omologazione del tipo
32. CEI 82-9 (EN 61727) - Sistemi fotovoltaici (FV). Caratteristiche dell'interfaccia di raccordo alla rete
33. CEI 22-7 (EN 60146-1-1) - "Convertitori a semiconduttore - Prescrizioni generali e convertitori commutati dalla linea - Parte 1-1: Specifiche per le prescrizioni fondamentali"
34. CEI 22-8 (EN 60146-1-3) - "Convertitori a semiconduttore - Prescrizioni generali e convertitori commutati dalla linea - Parte 1-3: Trasformatori e reattori"
35. CEI 22-9 (EN 50091-2) - "UPS - Parte 2: Prescrizioni di compatibilità elettromagnetica (EMC)" che stabiliscono i requisiti delle apparecchiature nei confronti della compatibilità elettromagnetica
36. CEI 74-4 (EN 50091-1) - "UPS - Parte 1: Prescrizioni generali e di sicurezza", che stabiliscono i requisiti nei confronti della sicurezza dei prodotti in bassa tensione in conformità alle prescrizioni della direttiva CEE n. 73/23.
37. CEI 110-31 (EN 61000-3-2) del 4/1995, per i limiti delle armoniche in rete; hanno sostituito le vecchie norme CEI 77-3 (EN 60055-2 od IEC 555-2) CEI 110-28 (EN 61000-3-3) del 10/1995, per le fluttuazioni di tensione (flicker); hanno sostituito le vecchie norme CEI 77-4 (EN 60055-3 od IEC 555-3)

38. *CEI EN 60904-1*, Dispositivi fotovoltaici - Parte 1: Misura delle caratteristiche fotovoltaiche tensione-corrente
39. *CEI EN 60904-2*, Dispositivi fotovoltaici - Parte 2: Prescrizione per le celle fotovoltaiche di riferimento
40. *CEI EN 60904-3*, Dispositivi fotovoltaici - Parte 3: Principi di misura per sistemi solari fotovoltaici
41. *CEI EN 60555-1*, Disturbi nelle reti di alimentazione prodotti da apparecchi elettrodomestici e da equipaggiamenti elettrici simili - Parte 1: Definizioni
42. *CEI EN 60439-1-2-3*, Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione
43. *CEI EN 60445*, Individuazione dei morsetti e degli apparecchi e delle estremità dei conduttori designati e regole generali per un sistema alfanumerico
44. *CEI EN 60529*, Gradi di protezione degli involucri (codice IP)
45. *CEI EN 60099-1-2*, Scaricatori
46. *CEI 20-19*, Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V
47. *CEI 20-20*, Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V
48. *CEI 81-1*, Protezione delle strutture contro i fulmini
49. *CEI 81-3*, Valori medi del numero di fulmini a terra per anno e per chilometro quadrato
50. *CEI 81-4*, Valutazione del rischio dovuto al fulmine
51. *CEI 0-2*, Guida per la definizione della documentazione di progetto per impianti elettrici
52. *CEI 0-3*, Guida per la compilazione della documentazione per la legge n°46/90
53. *UNI 10349*, Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati climatici
54. *CEI EN 61724*, Rilievo delle prestazioni dei sistemi fotovoltaici. Linee guida per- la misura, lo scambio e l'analisi dei dati
55. *IEC 60364-7-712*, Electrical installations of buildings - Part 7-712: Requirements for special installations or locations – Solar photovoltaic (PV) power supply systems

Qualora le sopra elencate norme tecniche siano modificate o aggiornate, si applicano le norme più recenti. Si applicano inoltre, per quanto compatibili con le norme sopra elencate, i documenti tecnici emanati dalle società di distribuzione di energia elettrica riportanti disposizioni applicative per la connessione di impianti fotovoltaici collegati alla rete elettrica.

PROGETTAZIONE

Responsabile Ufficio tecnico

Arch. Salvatore Lentini

Relazione Tecnica

Impianto di cogenerazione da biomassa legnosa

1. Premessa

Il sistema di cogenerazione da gassificazione (o pirogassificazione) di matrici a base carboniosa, consente la produzione contemporanea di energia elettrica ed energia termica. Questo processo, favorisce il raggiungimento di una maggiore *efficienza energetica globale* rispetto alla produzione separata dei due vettori energetici. Sfruttando questa modalità di funzionamento, si produce energia elettrica e si recupera allo stesso tempo l'energia termica che si genera durante il processo termodinamico; energia che, nelle centrali elettriche convenzionali, viene dispersa nell'atmosfera. La produzione combinata di energia elettrica e termica (cogenerazione) consente quindi un minor consumo di fonti di energia primaria rispetto alle tecnologie tradizionali, ottimizzandone in questo modo lo sfruttamento. L'energia termica è perciò parte integrante del processo di produzione dell'energia elettrica. Ha un costo di generazione molto basso (visti gli incentivi sulla produzione elettrica), ma deve essere valorizzata/sfruttata il più possibile per il riscaldamento, raffrescamento, essiccazione, processi produttivi e ogni altra possibile applicazione al fine di non sprecare questo vettore energetico e massimizzare il rendimento economico dell'investimento.

L'utilizzo di matrici a base carboniosa generica ed in particolare modo l'utilizzo di biomassa (fonte di energia primaria rinnovabile), consente di diminuire la dipendenza dalle importazioni di combustibili fossili e l'emissione di CO₂ in atmosfera, quando impiegata nelle tecnologie di pirolisi.

Ovviamente l'ossidazione insita nel processo di pirolisi produce CO₂ ma questa va vista nell'ottica del ciclo biologico di vita della biomassa. Questa infatti, per formarsi, assorbe tramite il processo di fotosintesi, la CO₂ dall'aria. In definitiva viene reimmesso in atmosfera ciò che la biomassa aveva precedentemente sottratto. Continuando questo ciclo anche per le coltivazioni attuali destinate direttamente o indirettamente (scarti di altre produzioni) al processo di cogenerazione, si capisce come l'impatto globale di questa tecnologia sia minimo. Per questo motivo, la pirolisi, viene attualmente valutata a livello internazionale come la tecnologia destinata a sostituire quella basata sulla combustione diretta, in quanto maggiormente efficiente dal punto di vista sia energetico che ambientale.

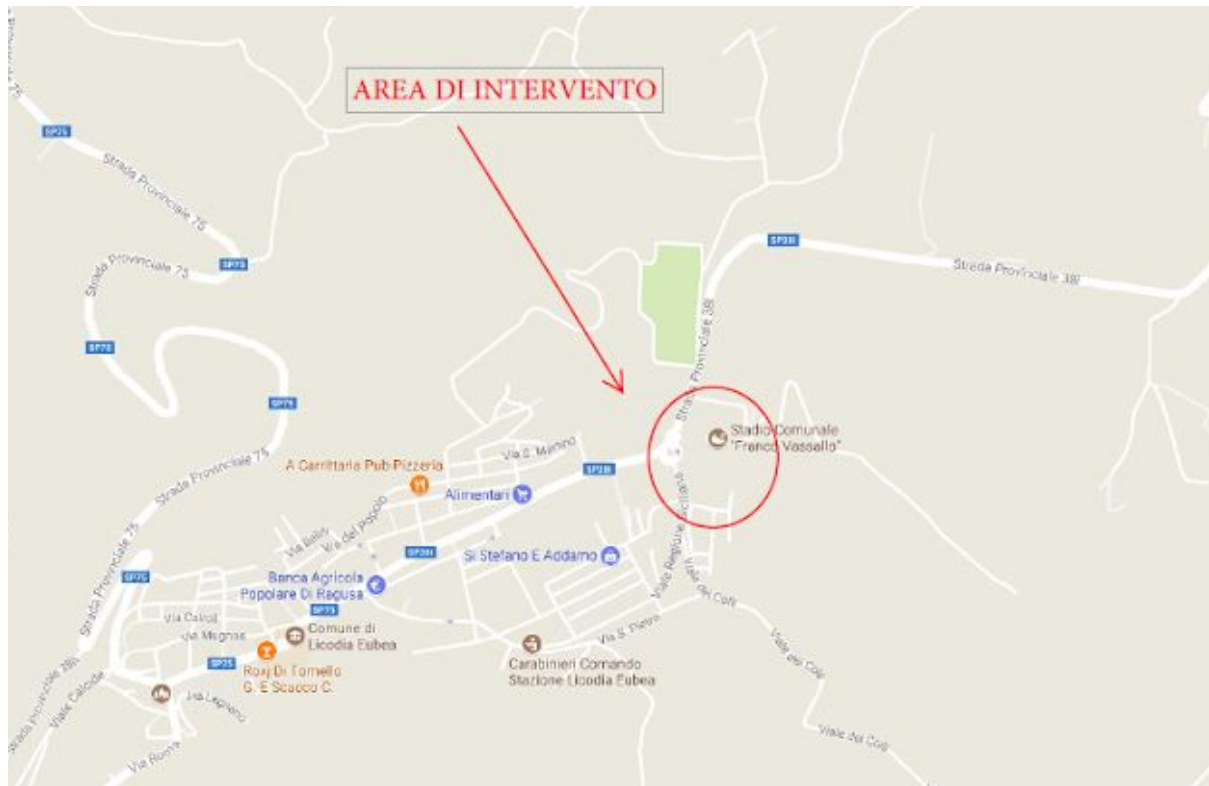
1.1 Oggetto dell'intervento

Lo scopo del presente documento è definire tecnicamente un impianto di cogenerazione elettrica con l'utilizzo della fonte rinnovabile delle biomasse.

L'impianto, della potenza nominale complessiva di 50 kWp elettrici, verrà realizzato nel Comune di Licodia Eubea, sul tetto della piscina comunale di Piazza Frate Francesco Cascio (Rif. Catastali: Foglio 26– Particella 523).

1.2 Sito di installazione

L'impianto di cogenerazione sarà posizionato nello spazio adiacente ai locali tecnici della piscina comunale.



L'area occupata sarà complessivamente di circa 15 m² e questo tipo di posizionamento :

- non comporta modifiche alla sagoma della costruzione, né dei fronti prospicienti pubbliche strade o piazza;
- non comporta aumento delle superfici utili e del numero delle unità immobiliari;
- non modifica la destinazione d'uso delle costruzioni e delle singole unità immobiliari;
- non sono in contrasto con gli strumenti urbanistici vigenti adottati e con il regolamento edilizio comunale.

2. Incentivi

La tecnologia utilizzata per la realizzazione dei microcogeneratori a pirogassificazione rientra tra le incentivate dal Decreto Ministeriale del 6 luglio 2012. Il decreto stabilisce le modalità di incentivazione su la produzione di energia elettrica da impianti alimentati da fonti rinnovabili, diverse da quella solare fotovoltaica, con potenza superiore a 1 kW elettrico. Lo Stato Italiano, tramite il GSE, sta favorendo la realizzazione di queste iniziative, incentivando in particolare modo gli impianti di cogenerazione di piccola taglia con potenza fino a 200 kW elettrici, alimentati con prodotti di origine biologica o sottoprodotti di origine biologica. Tali impianti godono di tariffe più alte e facilitazioni nelle modalità di accesso agli incentivi, soprattutto se associati alla gestione agricola, alla valorizzazione dei sottoprodotti e al riutilizzo degli "scarti" nei processi di produzione. L'impostazione dello schema incentivante mira a sviluppare modelli energetici più sostenibili, maggiormente orientati alla generazione distribuita (piccoli impianti diffusi sul territorio) e alla filiera corta (disponibilità di biomassa in loco). Punta inoltre

ad una maggiore attenzione nei confronti della sostenibilità ambientale (meno emissioni da trasporto) e territoriale (minore competizione con le produzioni alimentari e minore impatto paesaggistico) delle fonti rinnovabili. La diffusione sul territorio di impianti di piccola/media taglia permette perciò di sfruttare l'energia termica resa disponibile dal processo di generazione dell'energia elettrica. I nostri impianti si posizionano esattamente all'interno di tutti questi criteri. Di conseguenza, l'installazione sarà tanto più remunerativa quanto più si riuscirà a sfruttare l'energia termica disponibile, facendo lavorare l'impianto in "CAR" (Cogenerazione Alto Rendimento) ove possibile. Gli incentivi previsti dal Decreto, alternativo ai meccanismi dello scambio sul posto e del ritiro dedicato, si applicano agli impianti che entrano in esercizio dal 1° gennaio 2013 e hanno durata pari a 20 anni.

2.1 DM 23 Giugno 2016

Il DM 23 giugno 2016 incentiva la produzione di energia elettrica da impianti a fonti rinnovabili, diversi dal fotovoltaico, entrati in esercizio dal 1° gennaio 2013.

Gli incentivi possono essere richiesti per impianti nuovi, integralmente ricostruiti, riattivati, oggetto di interventi di potenziamento o di rifacimento.

Possono continuare a richiedere l'accesso agli incentivi del DM 06 luglio 2012:

- Gli impianti entrati in esercizio tra il 31 maggio e il 29 giugno 2016 che abbiano presentato o presentino domanda di accesso diretto entro 30 giorni dalla data di entrata in esercizio;
- Gli impianti iscritti in posizione utile nelle graduatorie delle Procedure d'Asta e Registro svolte ai sensi del DM 6 luglio 2012, per i quali non siano decorsi i termini per l'entrata in esercizio.
- Potranno beneficiare delle tariffe incentivanti e degli eventuali premi del DM 6 luglio 2012 anche gli impianti che presenteranno richiesta di accesso diretto agli incentivi ai sensi del DM 23 giugno 2016 o risulteranno ammessi in posizione utile ai Registri del medesimo Decreto, purché entrati in esercizio entro il 29 giugno 2017. Sono esclusi da tale possibilità gli impianti solari termodinamici e quelli aggiudicatari di Procedura d'Asta.

2.2 Meccanismi di incentivazione

Sinteticamente il DM 6 Luglio 2012 applicato agli impianti alimentati da Biomassa, prevede la possibilità di scegliere tra due tipologie di contratto con il GSE:

- **Tariffa Omnicomprensiva (TO)** che prevede la cessione totale al GSE dell'energia netta prodotta che riconosce per 20 anni una tariffa complessiva.
- **Regime incentivato** che prevede di ricevere sempre per 20 anni dal GSE un incentivo sull'energia prodotta, ma di rimanere proprietario dell'energia scegliendo se utilizzarla in proprio o cederla a terzi.

Sono previste tariffe base a seconda delle matrici (biomasse) utilizzate, in particolare, il Decreto prevede tariffe diverse a seconda delle tipologie di tecnologia impiegata differenziando tra Biodigestione e Biomasse, suddivide l'ammontare della tariffa concessa per potenza installata (kWe) e differenzia le matrici utilizzate individuando prodotti di origine biologica, sottoprodotti di origine biologica e rifiuti:

Impianti a biomassa	1-300 kWe	300-1000 kWe	1000-5000 kWe	> 5000 kWe
Prodotti di origine biologica	0.210	0.150	0.115	-
Sottoprodotti di origine biologica	0.246	0.185	0.140	-
Rifiuti	-	-	-	0.119

Nel caso di impianto con potenza elettrica entro il limite di 300 kWe, la tariffa base applicata sarà 0.246 euro/kWh (più premialità). Infatti così come definito dall'art.8 del DM 6 luglio 2012, ai commi 7 ed 8:

Comma 7. Alla tariffa di riferimento per gli impianti alimentati da biomasse di cui al comma 4, lettere a) e b), di qualsiasi potenza, anche oggetto di rifacimento, spetta un incremento di 0.03 €/kWh qualora gli impianti soddisfino i requisiti di emissione in atmosfera di cui all'Allegato 5.

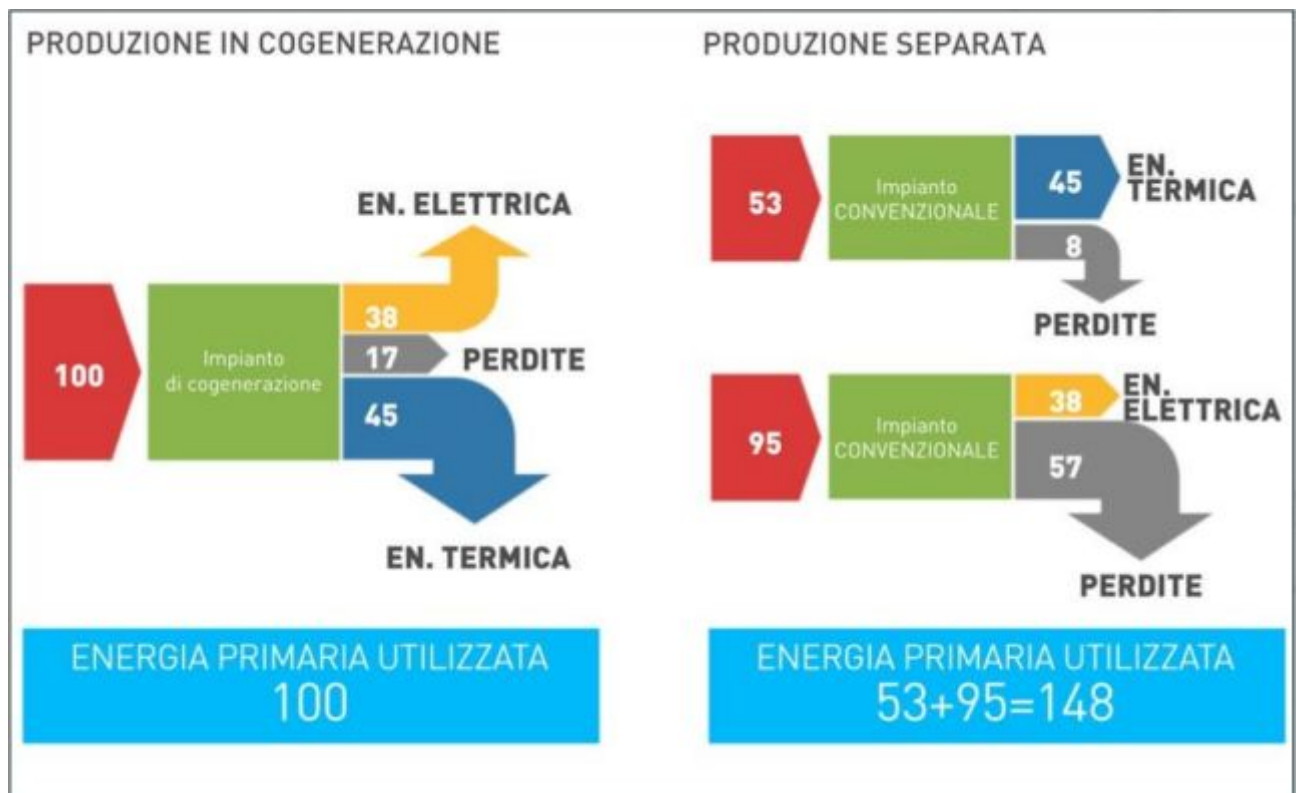
Comma 8. Alla tariffa di riferimento per gli impianti a biomasse, biogas e bioliquidi sostenibili, operanti in cogenerazione ad alto rendimento, spetta un premio così differenziato:

- 0.04 €/kWh, per impianti alimentati dalle tipologie di cui al comma 4, lettera a), e da bioliquidi sostenibili;
- 0.04 €/kWh, per impianti a biomasse di cui al comma 4, lettera b), qualora il calore generato sia utilizzato per teleriscaldamento;
- 0.01 €/kWh per gli altri impianti.

3. La cogenerazione

La cogenerazione consiste nella produzione combinata e contemporanea di elettricità e di calore, da un impianto che utilizza un'unica fonte energetica. La cogenerazione è una tecnologia matura, che può dare un importante contributo in termini di benefici ambientali e di risparmio energetico, anche in vista degli obiettivi europei al 2020. Diverse sono le tecnologie utilizzate per produrre energia e calore contemporaneamente; dai motori a combustione interna ai motori esotermici (Stirling), dalle microturbine a gas alle celle a combustibile, fino agli espansori con Cicli Rankine a fluido Organico - ORC. Le diverse tecnologie di cogenerazione si distinguono in base al tipo di macchina o di motore utilizzato per la produzione di elettricità e calore. I sistemi più diffusi sono senza dubbio i motori a combustione interna, grazie alla semplicità impiantistica e ai prezzi d'acquisto inferiori rispetto

alle altre tecnologie. La ricerca però è in continua evoluzione e molte altre opzioni tecnologiche stanno iniziando ad imporsi, guadagnando quote di mercato sempre più importanti. Come conseguenza, i prezzi delle tecnologie più innovative tendono ad abbassarsi; molte di queste, inoltre, presentano il vantaggio (economico ed ambientale) di poter utilizzare fonti o vettori rinnovabili di energia, come l'idrogeno, la luce solare, le biomasse dal legno. Il processo di cogenerazione dunque, è costituito dall'insieme delle operazioni volte alla produzione combinata di energia meccanica (elettrica) e di calore, entrambe considerate effetti utili, partendo da una qualsiasi sorgente energetica. Tale processo deve realizzare un più razionale uso dell'energia primaria rispetto ai processi separati di produzione delle due forme energetiche derivate (così come è possibile notare dallo schema seguente).



La cogenerazione permette di risparmiare energia fino al 30% e assicura benefici oggettivi, misurabili e quantificabili. Su tale principio guida si basa anche la trigenerazione, cioè la produzione simultanea di energia termica, elettrica e frigorifera da un'unica fonte energetica.

Per chiarire il significato di risparmio energetico connesso ad un impianto cogenerativo rispetto alla produzione separata delle medesime quantità di energia utile, si illustra l'esempio riportato in figura 1.

Supponendo che un impianto cogenerativo, per produrre 38 unità di energia elettrica e 45 unità di calore utile, consumi 100 unità di combustibile, il rendimento termodinamico complessivo di conversione, inteso come rapporto tra l'energia utile prodotta (38 + 45) e l'energia primaria del combustibile utilizzato (100), risulta dell'83%. Se si considera invece il caso di produzione separata, supponendo di produrre 38 unità di energia elettrica con una centrale termoelettrica avente un rendimento elettrico di circa il 40% e 45 unità di calore utile

con una caldaia avente un rendimento termico pari a circa l'80%, si avrebbe un consumo di combustibile pari a 148 unità di combustibile. Nel caso di produzione separata delle stesse quantità di energia elettrica e calore, risulterebbe quindi un consumo di 148 unità di combustibile anziché le 100 richieste dall'impianto di cogenerazione. Il risparmio di energia primaria conseguibile con la cogenerazione è dunque pari a circa il 28%.

È importante sottolineare che la cogenerazione comporta diversi vantaggi, suddivisibili in:

Vantaggi economici

- ✓ Presenza di incentivi erogati a chi investe in cogenerazione;
- ✓ Produzione di energia a costi più convenienti;
- ✓ Produzione di energia anche come forma di investimento;
- ✓ Breve periodo di ammortamento dell'impianto di cogenerazione.

Vantaggi energetici

- ✓ Impiego combinato di energia termica ed elettrica;
- ✓ Recupero dell'energia termica inutilizzata;
- ✓ Minor consumo di combustibile;
- ✓ Maggiore efficienza energetica.

Vantaggi ambientali

Altrettanto significativi sono i vantaggi a livello di impatto ambientale, in quanto vengono ridotte drasticamente le emissioni di CO₂ grazie al minor consumo di combustibile fossile. Ecco perché la cogenerazione rientra a pieno titolo nella politica energetica sostenibile, in sintonia con gli obiettivi dell'Unione Europea del "20-20-20" e con le altre disposizioni comunitarie per la salvaguardia ambientale.

Rispetto alla produzione separata delle stesse quantità di energia elettrica e calore, la produzione combinata, se efficace, comporta:

- ✓ Un risparmio economico conseguente al minor consumo di combustibile;
- ✓ Una riduzione dell'impatto ambientale, conseguente sia alla riduzione delle emissioni sia al minor rilascio di calore residuo nell'ambiente (minor inquinamento atmosferico e minor inquinamento termico);
- ✓ Minori perdite di trasmissione e distribuzione per il sistema elettrico nazionale, conseguenti alla localizzazione degli impianti in prossimità dei bacini di utenza o all'autoconsumo dell'energia prodotta;
- ✓ La sostituzione di modalità di fornitura del calore meno efficienti e più inquinanti (caldaie, sia per usi civili sia industriali, caratterizzate da più bassi livelli di

efficienza, elevato impatto ambientale e scarsa flessibilità relativamente all'utilizzo di combustibili).

Vantaggi applicativi

La tecnologia della gassificazione presenta innumerevoli vantaggi rispetto alla valorizzazione tramite combustione dei medesimi combustibili. In particolare si sottolineano i seguenti aspetti:

- ✓ Flessibilità del combustibile: la gassificazione permette l'uso di biomasse di scarsa qualità, in particolare scarti della produzione agricola con elevato contenuto di ceneri;
- ✓ Efficienza: il rendimento elettrico di un gassificatore abbinato ad un motore a combustione interna (MCI) o a una turbina a gas (TG) è decisamente superiore (23-36%) a quello di un combustore abbinato con un sistema a ciclo Rankine (15-18%);
- ✓ Emissioni: il maggiore rendimento elettrico ottenibile tramite gassificazione determina un minore consumo di combustibile e minori emissioni di CO₂.

3.1 La pirogassificazione

Attualmente sono disponibili diversi processi di conversione, basati su tecnologie affidabili e sperimentate. Il sistema qui descritto è la pirogassificazione. Un processo termochimico attraverso il quale si realizza la conversione di un combustibile solido (cracking) in un gas. In sintesi è un processo per convertire, attraverso ossidazione parziale ad elevate temperature e tramite utilizzo di un agente ossidante, un combustibile solido ricco di carbonio in un gas di sintesi formato da H₂, CO, CO₂, CH₄, H₂O e con tracce di ceneri e tar.

È importante capire che il processo di degradazione termica avviene a temperature elevate (fino a 1000°C), in presenza di una percentuale sotto-stechiometrica di un agente ossidante: tipicamente aria (ossigeno) o vapore. La miscela gassosa risultante costituisce quello che viene definito gas di sintesi (syngas) e rappresenta essa stessa un combustibile. Questo, infatti, nel caso della cogenerazione, va ad alimentare un motore endotermico a cui è connesso meccanicamente un alternatore che quindi produce energia elettrica. Contrariamente da quanto si possa pensare, è da quest'ultimo che si estrae la parte termica che assieme a quella elettrica costituiscono la cogenerazione.

Dal reattore non si estrae calore, in quanto affinché avvenga una piroschissione si deve mantenere molto caldo.

4. La Tecnologia

Gli impianti di pirogassificazione più evoluti, come quello che si propone, sono stati progettati per massimizzare i vantaggi della pirogassificazione e minimizzare gli atavici problemi che negli anni ne hanno limitato la diffusione, come ad esempio quello dell'alta produzione di TAR e particolato (responsabili rispettivamente di incrostazioni e fenomeni di erosione). Per

minimizzare il contenuto di tar nel syngas e migliorare di convesso il processo di gassificazione, sono state seguite linee guida ben precise:

- ✓ Scelta oculata della pezzatura del combustibile (mediante un'attenta analisi del processo di bricchettatura);
- ✓ Ottimizzazione delle condizioni operative e del disegno strutturale del reattore (core dell'intero impianto).

4.1 Descrizione del processo

Come già detto, il cogeneratore a pirogassificazione è una macchina per la produzione combinata di energia elettrica e termica, mediante un processo di decomposizione termochimica o dissociazione molecolare di materiali organici (Biomasse), ottenuto ad alte temperature (da 350 fino a 1000°C), produce una miscela di gas estremamente pulito a fiamma azzurra (syngas), esso, prima di arrivare al motore subisce un processo di raffreddamento, filtraggio e pulizia. A fine processo il combustibile che ne deriva è costituito in gran parte da metano ed è pronto per essere utilizzato per il funzionamento di un M.C.I. L'albero motore dello stesso, collegato ad un alternatore produrrà energia elettrica, mentre dal recupero termico del M.C.I. utilizzando uno scambiatore aria/acqua su fumi di scarico e acqua/acqua sul sistema di raffreddamento motore si produrrà acqua tecnica per riscaldare ambienti etc. Nei motori più grossi si inserisce anche uno scambiatore acqua olio.

4.2 Analisi del funzionamento

La biomassa, opportunamente triturrata, come detto sulla scelta oculata della pezzatura (dimensioni max. 10mm X 40mm), stoccata ed essiccata presente all'interno del serbatoio di stoccaggio (bordo macchina-unico container), viene trasferita mediante un sistema di coclea a spirale automatizzata alla bricchettatrice, il quale secondo una logica di controllo (retroazionata da un sensore di livello elettronico posto sul reattore che comanda tutto il sistema precedente, interrompendo il caricamento in caso di raggiungimento del livello massimo prefissato) "bricchetta" (dim. 40mmx60mmx40mm) la biomassa e la trasferisce direttamente al Reattore. Tale reattore non viene classificato come a tipica tipologia Downdraft, in quanto l'aria viene dosata nel reattore durante la fase di combustione, quindi si tratta in realtà di una combustione ad insufflazione controllata del comburente. Nel nucleo del reattore si generano temperature comprese tra i 350° e i 1200°. Il syngas prodotto, attraversando la biomassa ricca di umidità (in caduta) rallenta e contemporaneamente scambia calore, generando vapore d'acqua che abbatta ulteriormente la sua temperatura. Il syngas infatti arriva in uscita (dall'alto del reattore) con una temperatura media compresa tra gli 80°C/ 50°C circa. Considerata la bassa temperatura in uscita, la formazione di TAR e catrami, costituenti il prodotto di condensazione degli idrocarburi pesanti, all'interno del gassificatore, dove per ricaduta vengono quindi "reimpiegati" come combustibile nel reattore.

Si noti che il raffreddamento del syngas avviene quindi grazie ai tre fenomeni connessi:

1. Brusco rallentamento,

2. Evaporazione dell'umidità della biomassa in ingresso
3. Raffreddamento della fascia alta del reattore.

Inoltre si precisa altresì che i prodotti di risulta (ovvero ceneri prodotte dal processo) vengono reintegrate nel processo di bricchettatura, al fine di estrarre in via definitiva tutti i residui carboniosi eventualmente presenti e solo dopo uno o due passaggi (circa) smaltirla definitivamente.

Il nostro impianto quindi, utilizza e valorizza le biomasse come "COMBUSTIBILE" generando il duplice vantaggio di:

- ✓ Produrre energia da fonti rinnovabili con grandi vantaggi ambientali;
- ✓ Trasformare in ricavi energetici i costi di gestione e di smaltimento.

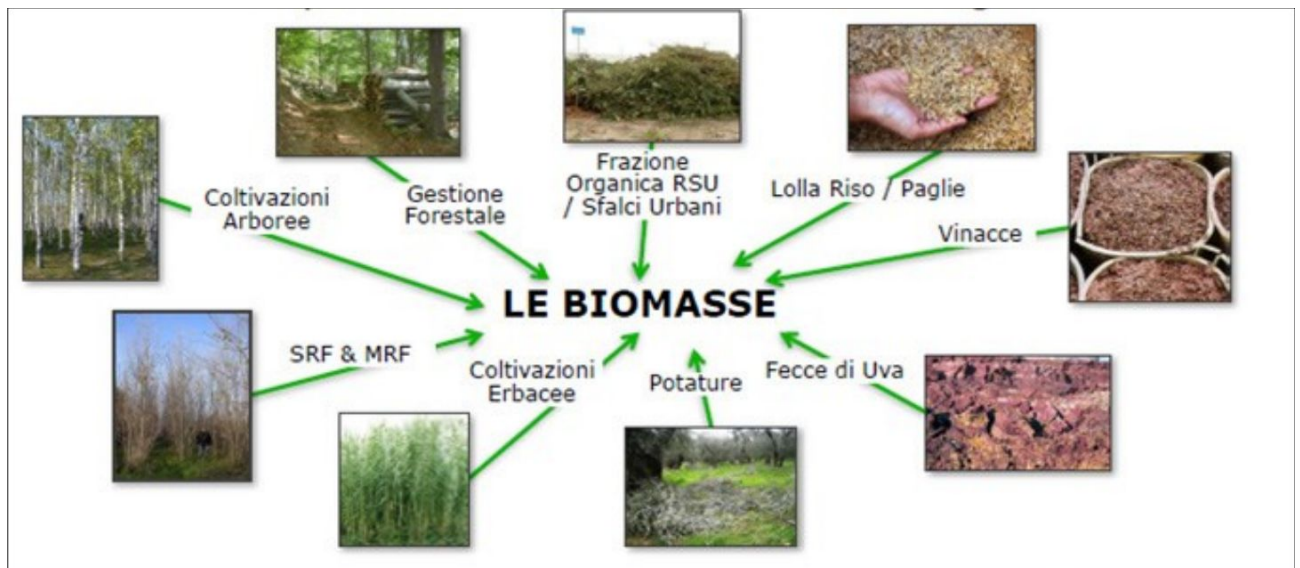
Tutto il processo è automatico ed è gestito da un sistema di controllo elettronico in maniera totalmente automatizzata. Tale sistema di controllo processo è in grado di monitorare e controllare ogni componente del sistema, dal sistema di raccolta, movimentazione e conferimento della biomassa verso il reattore, alla gestione delle ceneri e delle condense. Consente l'avvio automatico della reazione di pirogassificazione per la produzione del syngas, fornendolo al motore quando i parametri di gassificazione sono conformi alla sua alimentazione. Inoltre è in grado di avviare e gestire il motore del genset, dall'avvio, al sincronismo con la rete di distribuzione fino alla cessione verso la stessa dell'energia elettrica generata, il tutto in conformità con la CEI-021.

4.3 Matrici utilizzabili

Il sistema di cogenerazione potrà essere alimentato con **biomasse** organiche o scarti di biomasse di varia tipologia: cippato di legno proveniente da scarti di lavorazioni boschive, di patate, reflui zootecnici, scarti agro alimentari, scarti di lavorazione dell'olio di olive (sansa), cartone da Imballaggio, etc.

Nelle Pubbliche Amministrazioni si presenta la possibilità aggiuntiva del conferimento tramite isole ecologiche di rifiuti solidi urbani già selezionati e la risulta delle patate di verde pubblico che non rappresenterà più un costo di smaltimento ma una risorsa attiva nel Bilancio Comunale.

Come descritto in precedenza, la biomassa arriva al gassificatore sotto forma di bricchetto, con basso tenore di umidità ($U=15\%$ max) e in totale assenza di polvere. Nell'impianto, si può inserire, direttamente nel vano di stoccaggio, Tritato di biomassa "tal quale" con differenti gradi di umidità e granulometria, secondo la "**Tabella 1-A e 1-B**" del DECRETO 23 giugno 2016.



“Tabella 1-A comma 2/3/4” Sottoprodotti provenienti da attività agricola, di allevamento, dalla gestione del verde e da attività forestale

- Effluenti zootecnici;
- Paglia;
- Pula;
- Stocchi;
- Fieni e trucioli da lettiera;
- Residui di campo delle aziende agricole;
- Sottoprodotti derivati dall’espianto;
- Sottoprodotti derivati dalla lavorazione dei prodotti forestali e gestione del bosco;
- Potature, ramaglie e residui dalla manutenzione del verde pubblico e privato.

“Tabella 1-B” Elenco prodotti di cui all’ARTICOLO 8, COMMA 4, LETTERA A)

Canapa da fibra;

Canapa del Bengala;

Erba medica;

Rapa invernale;

Tabacco;

Cactus;

Canna comune;

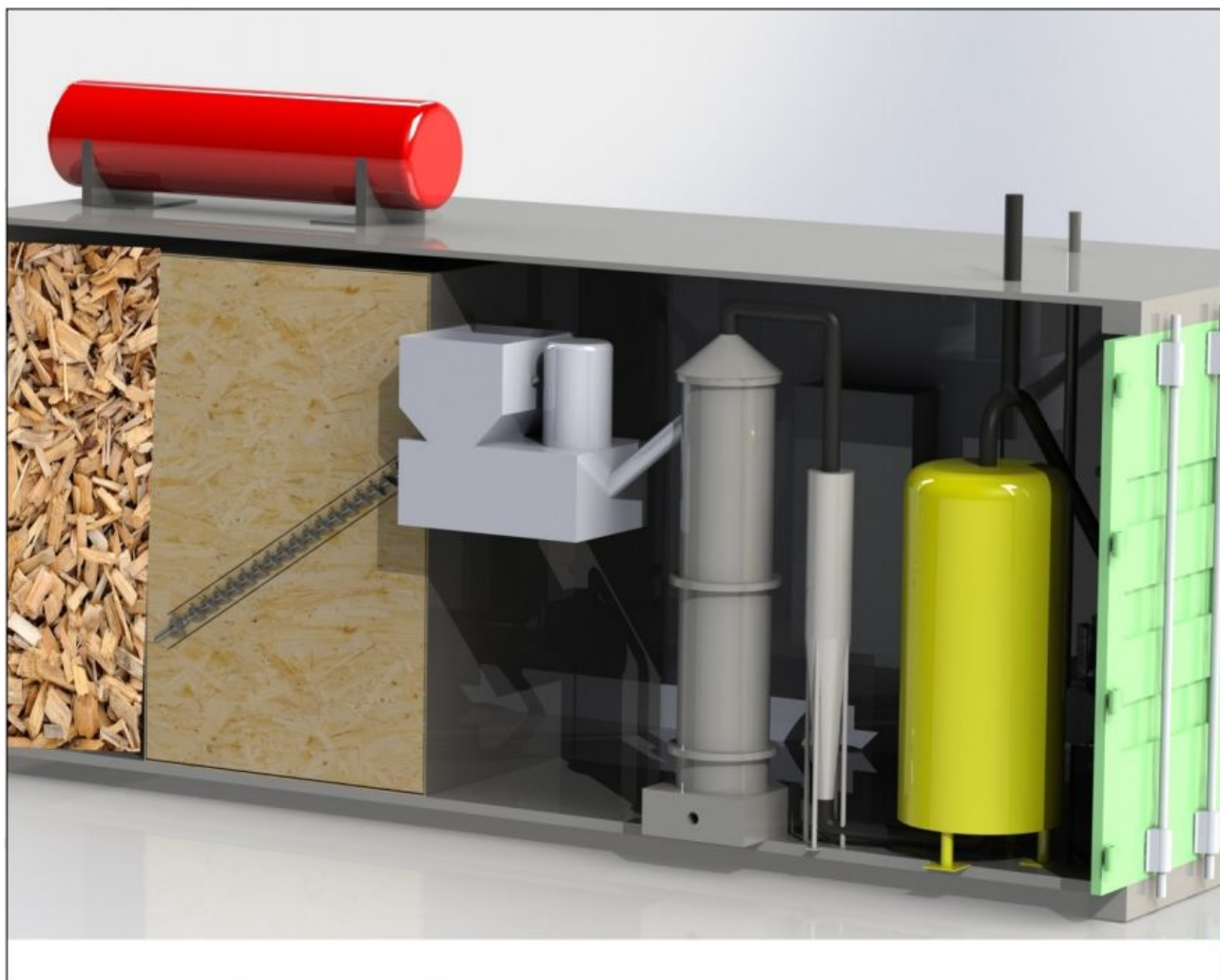
Canna d’Egitto;

Miscanto;
Acacia;
Eucalipto;
Olmo siberiano;
Paulonia;
Pioppo;
Platano;
Robinia;
Salice;
Cannuccia di palude;
Cardo e Pino;

4.4 Il Layout dell'impianto

L'impianto è composto dalle seguenti sezioni principali:

- Container insonorizzato;
- Carico della biomassa, essiccatore, bricchettatrice;
- Modulo di gassificazione (reattore);
- Sistema di filtraggio e trattamento del syngas;
- Sistema di estrazione e trasporto ceneri;
- Motore primo;
- Generatore elettrico;
- Recuperatori di calore;
- Quadri di comando e controllo.



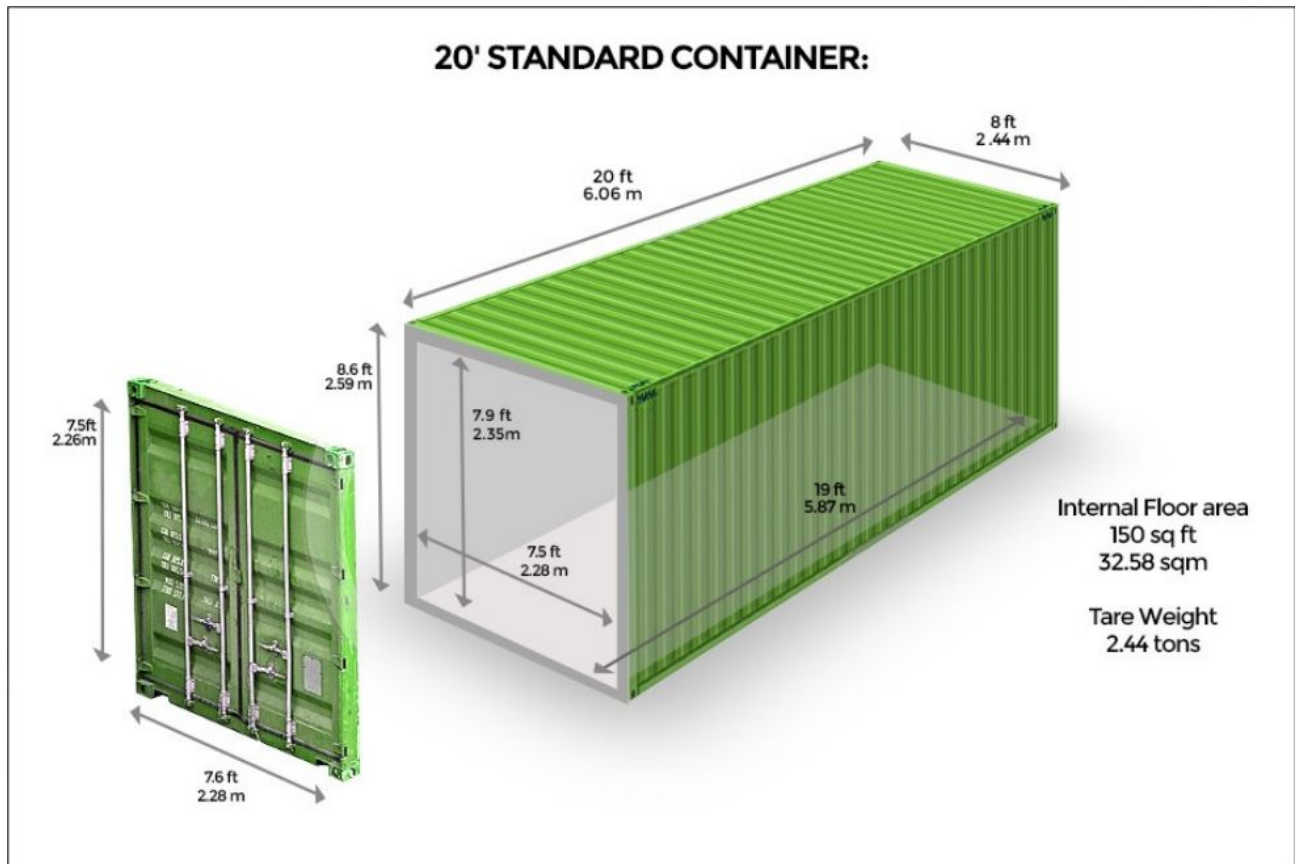
4.4.1 Container insonorizzato

Caratteristiche:

Il container ha le seguenti dimensioni in piedi 20' X 8' X 8'6, che si traducono nelle seguenti esterne in mm 6058 x 2438 x 2591; interne mm: 5995 x 2340 x 2380.

- **STRUTTURA:** realizzata con profilati d'acciaio spessore 4,5 m con saldature a filo continuo. Longheroni, traverse e montanti terminano e vengono saldati ai Blocchi d'angolo ISO che sono disposti sugli 8 Vertici. Questi ultimi sono funzionali alla movimentazione del container, infatti lo stesso è dotato di tutti i sistemi di aggancio a forchetta (o il sollevamento);
- **ACCESSI:** il container presenterà diversi punti di accesso, al fine di poter gestire al meglio tutte le operazioni utili alla manutenzione e al controllo del sistema installato;
- **TETTO:** in lamiera grecata Corten steel, spessore 1,8 mm.
- **PARETI:** pareti laterali grecate in lamiera d'acciaio Corten sp. 1,8 mm
- **VENTILAZIONE:** sistema di scarico ad alta efficienza per garantire un output stabile

- BLOCCHI D'ANGOLO: a norma ISO n.4 superiori e n. 4 inferiori;
- DESIGN: robusto e compatto, la tipologia di insonorizzazione abbatte drasticamente il rumore.



4.4.2 Carico biomassa, essiccatore, bricchettatrice

Il sistema di Carico ed essiccazione delle biomasse è costituito dai seguenti sottosistemi:

- Serbatoio di alimentazione (rappresentato da una camera realizzata stesso all'interno del container);
- Essiccatore;
- Agitatore a balestra;
- Raccolta automatizzata della biomassa tramite coclea a spirale automatizzata;
- Macchina bricchettatrice (dim. Bricchetto 40mmx60mmx40xx);
- Dosatore di livello.

4.4.3 Modulo di gassificazione – REATTORE

La sezione di gassificazione è costituita da:

- Reattore di gassificazione;
- Sistema di estrazione dei residui di combustione e del Syngas.

Il nucleo della macchina è costituito dal gassificazione che permette di convertire biomassa legnosa in un gas combustibile utilizzabile nel motore a combustione interna del gruppo elettrogeno. Il sistema di gassificazione è composto da un reattore a più stadi, gestito da un'unità per il controllo dell'intero processo.

4.4.4 Sistema di filtraggio e trattamento syngas

Il Syngas in uscita dal reattore deve essere trattato prima dell'utilizzo nel motore a combustione.

Al fine di eliminare dal syngas le ultime particelle di polveri, ammorchiamenti, catrami, basso condensanti, acqua in sospensione, l'impianto è munito di un sistema di depolverizzazione, filtrazione e raffreddamento del syngas. Il syngas così filtrato e ulteriormente raffreddato (temperatura inferiore ai 40°C) viene aspirato dal M.C.I. insieme all'aria.

4.4.5 Sistema di estrazione e trasporto ceneri

Il sistema di estrazione e trasporto ceneri è composto da:

- Big-bag di raccolta;
- Valvola stellare elettromeccanica con servomotore rotativo reversibile dotato di sgancio manuale ed elettronico;
- Coclea a spirale flessibile;
- Motore.

In sintesi, l'evacuazione delle ceneri avviene tramite una coclea a spirale flessibile che conferisce il materiale direttamente ad un big-bag, agganciato all'esterno del container.

4.4.6 Motore primo, generatore elettrico e recupero di calore

Si precisa che nel seguente documento si omette (in questo paragrafo) la specifica dei componenti suddetti (motore primo - generatore elettrico - recuperatori di calore), in quanto gli stessi variano a seconda della classe di potenza scelta dal cliente finale.

4.4.7 Quadri di comando e controllo

Il sistema di comando e controllo è costituito da due quadri elettrici principali e uno ausiliario relativo al comando della bricchettatrice, alloggiati in specifici armadi (IP55) Certificato CE.

Il quadro principale controlla e gestisce le operazioni di gassificazione, dal conferimento della biomassa al reattore, fino alla gestione del gas per il genset. Inoltre controlla e gestisce gli allarmi dell'intero impianto.

All'avvio del micro-cogeneratore, il sistema principale esegue controlli su:

- Biomassa;
- Ventole gas e aria;
- Candele d'accensione;

- Depressione impianto;
- Valvole elettroniche;
- Azionamento motore ceneri;
- Valvola gas flare;
- Azionamenti coclee.

Effettuati i controlli precedenti, se tutti danno feedback positivo, il quadro (interagendo con il terzo quadro di controllo, quello relativo al comando della macchina bricchettatrice) aziona:

- Il motore della coclea per il conferimento della biomassa nella bricchettatrice;

Se il quadro dovesse riscontrare, durante il funzionamento dell'impianto, valori (di temperatura o pressione) diversi rispetto a quelli stabiliti in fase di progetto, effettua e dirige diversi allarmi. Inoltre il sistema di controllo principale consente la gestione della macchina via internet attraverso la presenza di interfaccia web service che assegna un indirizzo IP ad ogni macchina, attraverso il quale è possibile:

- Controllare il monitoraggio dei parametri di funzionamento;
- Eseguire datalog dei parametri di funzionamento;
- Azzerare gli allarmi;
- Avviare/spegnere la macchina;
- Testare gli attuatori e i dispositivi di misura.

Il secondo quadro controlla e gestisce il genset, nello specifico:

- Controlla il motore;
- Controlla il rapporto stechiometrico;
- Mantiene la frequenza della corrente all'alternatore a 50 Hz;
- Gestisce il sincronismo e l'immissione in rete;
- Verifica i parametri del motore (temperatura, pressione dell'olio, anomalie);
- Controlla e gestisce il sistema di recupero termico del calore.

Requisiti generale dei sistemi e dispositivi di comando:

Il sistema di comando e controllo è conforme alle Direttive 2014/30/UE (EMC) e 2014/35/UE (LVD).

Per la visibilità, individualità ed identificazione tutti i comandi sono chiaramente visibili e identificati da etichette. Per le segnalazioni e le indicazioni, il sistema di controllo e comando, fornisce tutte le indicazioni necessarie. Non esiste una postazione di lavoro; il quadro di controllo ed il pulsante di emergenza, che determina l'arresto del micro-cogeneratore, sono in posizione sicura e facilmente accessibile. L'intera struttura è messa a terra. Tutte le parti

installate con flangia sono prive di vernice, per garantire la continuità elettrica. I pulsanti, ove necessario, rispettano i codici dei colori della norma EN 60204-1. Tutti i comandi sono etichettati. L'impianto elettrico, conforme alla Norma EN 60204-1, risulta essere protetto dai contatti diretti e indiretti dei comandi.

4.4.8 Norme e Direttive di riferimento

Il microgeneratore risulta in conformità a quanto previsto dalle seguenti direttive comunitarie:

- Direttiva 2006/42/CE "Macchine"
- Direttiva 2014/30/UE "Compatibilità elettromagnetica" (EMC)
- Direttiva 2014/35/UE "Bassa tensione" (LVD).

E che sono state applicate tutte le norme e/o specifiche tecniche di seguito:

EN 61000-6-3 (norme generiche) concernenti le emissioni elettromagnetiche in ambienti residenziali ed industriali.

EN 61000-6-4 (norme generiche) concernenti le emissioni elettromagnetiche in ambienti residenziali ed industriali.

EN 61000-6-1 Sicurezza del macchinario - Equipaggiamento elettrico delle macchine, Parte 1: Regole generali.

UNI 8364 Impianti di riscaldamento controllo e manutenzione.

UNI 9317 Impianti di riscaldamento - Conduzione e controllo

Si precisa altresì che il sistema viene fornito completo di:

- Batteria avviamento;
- Olio motore;
- Liquido refrigerante con antigelo;
- Collaudo standard;
- Certificazione;
- Manuale uso e manutenzione;
- Certificazione CE.

5. Configurazione dell'impianto

Nel caso specifico, essendo già presente una centrale termica, si dovranno porre in essere i collegamenti tra l'esistente e la nuova installazione.

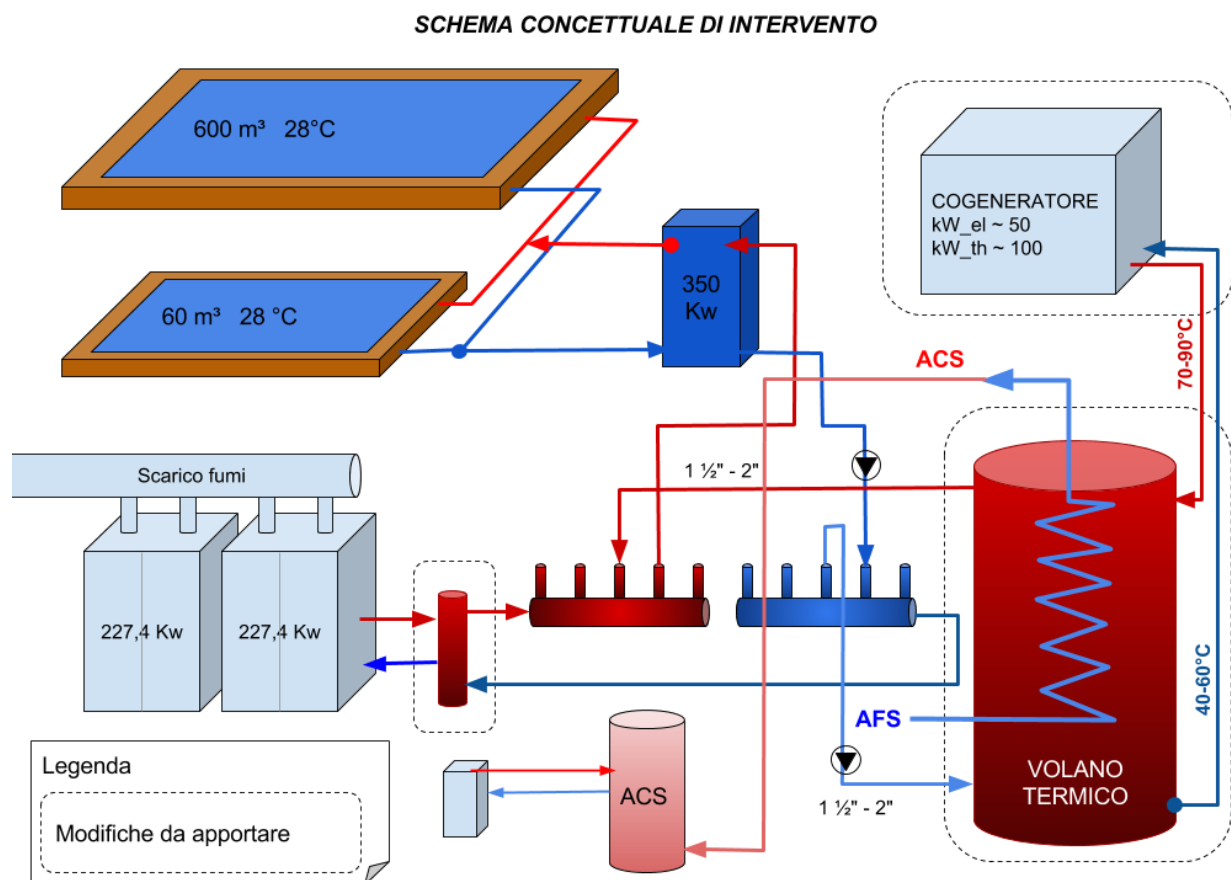
Al fine di stabilizzare e rendere quindi il più regolare e continuo il funzionamento di una macchina, che per sua caratteristica peculiare tecnica ed economica, va tenuta in funzione per il maggior numero di ore possibile, verrà predisposto un volano termico.

Tale volano, costituito da un recipiente isolato termicamente e contenente fluido tecnico, ha lo scopo di assorbire eventuali eccedenze di erogazione termica per poi cederle in momenti di picco.

Questo ha poca influenza sulla funzione di riscaldamento delle vasche, per il quale la macchina, disposta in parallelo, concorre per una frazione costante del carico termico, ma ha una valenza importante per la produzione di Acqua Calda Sanitaria. Questo per alcuni aspetti fondamentali:

1. Funge da accumulatore con temperatura di stoccaggio superiore a quella che sarebbe sufficiente solo alla richiesta delle vasche.
2. Funge da isolatore idraulico a secondo che su di esso si facciano incidere più utenze o generatori di calore indipendenti.
3. Funge da volano per carichi improvvisi di richiesta senza che sia necessario un azionamento di generatore ausiliario.

Oltre a questo, per rendere possibile in futuro, senza ulteriori spese, la predisposizione al funzionamento con altre fonti rinnovabili quale il solare termico, verrà dotato di un serpentino ausiliario.



E' stato rilevato, un sistema di produzione di ACS, indipendente da quello di riscaldamento ambientale. Attualmente tale sistema preleva l'acqua a temperatura di acquedotto e la scalda tramite una caldaia a metano comandata da un termostato. Successivamente al nostro intervento, per quanto detto prima, l'acqua proveniente dall'acquedotto attraverserà prima lo scambiatore in acciaio INOX immerso dentro il volano termico e successivamente entrerà nell'attuale boiler.

Finchè arriverà acqua preriscaldata al di sopra del set point del termostato, questo non darà mai il consenso alla caldaia di integrare calore.

5.1 Distribuzione Acqua Calda

Dallo schema concettuale precedente si vede come implementazione di un volano termico funge anche da isolatore idraulico. Questo verrà collegato ai collettori già presenti passando da uno dei 5 collegamenti di adduzione poiché presenta diametri del tubo conformi e congrui alla potenza da trasferire.



6. Simulazione economica

6.1 Dati di input

CALCOLO DI PRODUCIBILITA'			
Impianto PIROGAS da 50 kW			
Caratteristiche tecniche			Note
Località	(CT)	Licodia Eubea	
Latitudine	Coord. Geogr.		
Potenza Entrante	kW_TOT	180,00	
Potenza elettrica installata	kW_e	50,00	
Potenza termica installata	kW_th	90,00	
Consumo biomassa umida 10%	kg/h	50,00	
Producibilità annua	ore/anno	6.000	
Regime adottato			TARIFFA OMNICOOMPRESIVA (VENDITA ENERGIA ELETTRICA + TERMICA)
Energia Elett. annua totale lorda	kWh_el/y	300.000	70% autoconsumo
Energia Term. annua totale lorda	kWh_th/y	540.000	85%
Costo totale impianto	€	300.000,00	IVA esclusa
Costo totale impianto per kWp	€/kW	6.000,00	IVA esclusa
Quota in conto capitale a fondo perduto	100%	300.000,00	IVA esclusa
Tariffa Omnicomprensiva base	€/kWh	0,246	
Tariffa Omnicomprensiva rideterminata in base alla formula $T_{br}=T_b*(1-R)$	€/kWh	0,216	83% della produzione
Tariffa di vendita al Gestore di rete	€/kWh	0,070	17% della produzione
Tariffa premio Emissioni	€/kWh	0,030	Premialità Emissioni
Tariffa premio CAR (Cogenerazione Alto Rendimento)	€/kWh	0,010	Cogenerazione ad alto rendimento senza teleriscaldamento
Tariffa premio CAR (Teleriscaldamento)	€/kWh	0,040	Cogenerazione ad alto rendimento con teleriscaldamento
Costo Energia Elettrica	€/kWh	0,250	1%
Costo Energia Termica (CH4)	€/kWh_th	0,8500	1%
Fabbisogno annuo Cippato	kg/anno	300.000,00	Cippato 25% umidità con p.c. 3.000 Kcal/Kg
Costo Biomassa	€/kg	0,55	Cippato 25% umidità con p.c. 3.000 Kcal/Kg
Incremento annuo costo Biomassa	%	1,00%	

6.1 Sviluppo cash flow

BUSINESS PLAN																						
PRODUZIONE																						
	ANNO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Produzione Elettrica (kWh annual prodotti)		300.000	300.000	300.000	300.000	300.000	300.000	300.000	300.000	300.000	300.000	300.000	300.000	300.000	300.000	300.000	300.000	300.000	300.000	300.000	300.000	
Produzione termica (kWh annual prodotti)		459.000	459.000	459.000	459.000	459.000	459.000	459.000	459.000	459.000	459.000	459.000	459.000	459.000	459.000	459.000	459.000	459.000	459.000	459.000	459.000	
Remunerazione																						
	ANNO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Risparmio Energetico autoconsumo		52.500	53.025	53.555	54.091	54.632	55.178	55.730	56.287	56.850	57.418	57.993	58.573	59.158	59.750	60.347	60.951	61.560	62.176	62.798	63.426	
Conto scambio		5.400	5.454	5.509	5.564	5.619	5.675	5.732	5.790	5.847	5.906	5.965	6.025	6.085	6.146	6.207	6.269	6.332	6.395	6.459	6.524	
Risparmio metano		459.000	463.590	468.226	472.908	477.637	482.414	487.238	492.110	497.031	502.002	507.022	512.092	517.213	522.385	527.609	532.885	538.214	543.596	549.032	554.522	
RICAVI (Tariffa Omnia)																						
Incentivi - Premio GSE (sull'83% della produzione)	€	53.903,52	53.903,52	53.903,52	53.903,52	53.903,52	53.903,52	53.903,52	53.903,52	53.903,52	53.903,52	53.903,52	53.903,52	53.903,52	53.903,52	53.903,52	53.903,52	53.903,52	53.903,52	53.903,52	53.903,52	
Autoconsumi e vendita al Gestore (sull'17% della produzione)	€	3.570,00	3.570,00	3.570,00	3.570,00	3.570,00	3.570,00	3.570,00	3.570,00	3.570,00	3.570,00	3.570,00	3.570,00	3.570,00	3.570,00	3.570,00	3.570,00	3.570,00	3.570,00	3.570,00	3.570,00	
Premialità aggiuntive (CAR-T)	€	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
RICAVO ANNUO LORDO	€	57.473,52	57.473,52	57.473,52	57.473,52	57.473,52	57.473,52	57.473,52	57.473,52	57.473,52	57.473,52	57.473,52	57.473,52	57.473,52	57.473,52	57.473,52	57.473,52	57.473,52	57.473,52	57.473,52	57.473,52	
COSTI																						
General O&M Fee 0,045 €/kWh (Operatività e Manutenzione ordinaria)	€	16.500,00	16.500,00	16.500,00	16.500,00	16.500,00	16.500,00	16.500,00	16.500,00	16.500,00	16.500,00	16.500,00	16.500,00	16.500,00	16.500,00	16.500,00	16.500,00	16.500,00	16.500,00	16.500,00	16.500,00	
Gestione Amministrativa Kcal/kg	€	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Acquisto Cippato 25% umidità con p.c. 3.000	€	165.000,00	166.650,00	168.300,00	169.950,00	171.600,00	173.250,00	174.900,00	176.550,00	178.200,00	179.850,00	181.500,00	183.150,00	184.800,00	186.450,00	188.100,00	189.750,00	191.400,00	193.050,00	194.700,00	196.350,00	
Gasolio - Biodiesel - Olio vegetale	€	840,00	852,60	865,20	877,80	890,40	903,00	915,60	928,20	940,80	953,40	966,00	978,60	991,20	1.003,80	1.016,40	1.029,00	1.041,60	1.054,20	1.066,80	1.079,40	
Energia elettrica ausiliari impianto	€	300,00	304,50	309,00	313,50	318,00	322,50	327,00	331,50	336,00	340,50	345,00	349,50	354,00	358,50	363,00	367,50	372,00	376,50	381,00	385,50	
Smaltimenti	€	1.500,00	1.522,50	1.545,00	1.567,50	1.590,00	1.612,50	1.635,00	1.657,50	1.680,00	1.702,50	1.725,00	1.747,50	1.770,00	1.792,50	1.815,00	1.837,50	1.860,00	1.882,50	1.905,00	1.927,50	
Condizione impianto	€	5.687,50	5.772,81	5.858,13	5.943,44	6.028,75	6.114,06	6.199,38	6.284,69	6.370,00	6.455,31	6.540,63	6.625,94	6.711,25	6.796,56	6.881,88	6.967,19	7.052,50	7.137,81	7.223,13	7.308,44	
Locazione superficie	€	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
Insurance EAR & All Risk (Assicurazione annua)	€	1.750,00	1.776,25	1.802,50	1.828,75	1.855,00	1.881,25	1.907,50	1.933,75	1.960,00	1.986,25	2.012,50	2.038,75	2.065,00	2.091,25	2.117,50	2.143,75	2.170,00	2.196,25	2.222,50	2.248,75	
TOTAL COSTS COSTO ANNUO LORDO	€	191.577,50	193.378,66	195.179,83	196.980,99	198.782,15	200.583,31	202.384,48	204.185,64	205.986,80	207.787,96	209.589,13	211.390,29	213.191,45	214.992,61	216.793,78	218.594,94	220.396,10	222.197,26	223.998,43	225.799,59	
CASH FLOW																						
Operating Cash Flow	€	0,00	324.896,02	327.684,86	330.519,60	333.400,69	336.328,61	339.303,82	342.326,79	345.398,01	348.517,95	351.687,10	354.905,95	358.175,00	361.494,76	364.865,72	368.288,41	371.763,33	375.291,02	378.871,99	382.506,79	386.195,94
Leasing (Costo annuo finanziamento)	€	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Profit before Tax (Utile al lordo delle tasse)	€	324.896,02	327.684,86	330.519,60	333.400,69	336.328,61	339.303,82	342.326,79	345.398,01	348.517,95	351.687,10	354.905,95	358.175,00	361.494,76	364.865,72	368.288,41	371.763,33	375.291,02	378.871,99	382.506,79	386.195,94	
Tax (IRES+IRAP)	€	105.103,86	106.006,05	106.923,09	107.855,12	108.802,31	109.764,79	110.742,72	111.736,26	112.745,56	113.770,78	114.812,08	115.869,61	116.943,55	118.034,06	119.141,30	120.265,44	121.406,64	122.565,09	123.740,95	124.934,39	
Net Cash Flow (Utile netto annuo)	€	219.792,16	221.678,81	223.596,51	225.545,57	227.526,31	229.539,03	231.584,08	233.661,75	235.772,39	237.916,32	240.093,88	242.305,39	244.551,20	246.831,66	249.147,11	251.497,89	253.884,37	256.306,90	258.765,84	261.261,55	
	ANNO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Flusso di cassa netto	€	219.792,16	221.678,81	223.596,51	225.545,57	227.526,31	229.539,03	231.584,08	233.661,75	235.772,39	237.916,32	240.093,88	242.305,39	244.551,20	246.831,66	249.147,11	251.497,89	253.884,37	256.306,90	258.765,84	261.261,55	
Flusso di cassa cumulato	€	219.792,16	441.470,96	665.067,47	890.613,04	1.118.139,31	1.347.676,33	1.579.262,42	1.812.924,17	2.048.696,56	2.286.612,32	2.526.706,64	2.769.012,23	3.013.563,33	3.260.395,03	3.509.542,43	3.761.040,00	4.014.924,44	4.271.231,43	4.529.997,43	4.791.258,73	

INDICE

Impianto di cogenerazione da biomassa legnosa	1
1. Premessa	1
1.1 Oggetto dell'intervento	1
1.2 Sito di installazione	2
2. Incentivi	2
3. La cogenerazione	4
Vantaggi economici	6
Vantaggi energetici	6
Vantaggi ambientali	6
3.1 La pirogassificazione	7
4. La Tecnologia	7
4.1 Descrizione del processo	8
4.2 Analisi del funzionamento	8
4.3 Matrici utilizzabili	9
4.4 Il Layout dell'impianto	11
4.4.1 Container insonorizzato	12
4.4.2 Carico biomassa, essiccatore, bricchettatrice	13
4.4.3 Modulo di gassificazione – REATTORE	13
4.4.4 Sistema di filtraggio e trattamento syngas	14
4.4.5 Sistema di estrazione e trasporto ceneri	14
4.4.6 Motore primo, generatore elettrico e recupero di calore	14
4.4.7 Quadri di comando e controllo	14
4.4.8 Norme e Direttive di riferimento	16
5. Configurazione dell'impianto	16
5.1 Distribuzione Acqua Calda	18
6. Simulazione economica	18
6.1 Dati di input	18
6.1 Sviluppo cash flow	18