

APPALTATORE**Eukrasia S.r.l.** – Tecnologie Ambientali

Sede legale e amministrativa:

Via Solferino, 28 - 43100 Parma

Sede operativa:

Via Volta, 3 – 37020 Arbizzano di Negrar (VR)

info@eukrasia.itwww.eukrasia.it**PROPONENTE**
EK Energy**EK Energy S.r.l.**

Sede Legale:

Viale Città d'Europa, 780 – 00144 ROMA

info@esenergyspa.comwww.esenergyspa.com

PROGETTO PRELIMINARE

IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA
DA BIOMASSE

– Potenza: 2,0 MW_{el} –

Sito nel Comune di
Manoppello (PE)

Arbizzano (VR), 20 luglio 2009

Documento redatto da:

Eukrasia S.r.l. – Tecnologie Ambientali

Indice

1 Introduzione	3
2 Informazioni generali	5
3 Descrizione generica dell'attività produttiva	7
3.1 Lay-out Impianto	8
3.1.1 Caratteristiche del combustibile	9
3.1.2 Stoccaggio Biomassa	9
3.1.3 Tecnica di combustione	10
3.1.4 Trattamento fumi	11
3.1.5 Generatore di vapore	11
3.1.6 Produzione elettrica	12
3.2 Produzione dell'impianto	13
4 Ciclo produttivo	14
4.1 Ricezione e stoccaggio biomassa	14
4.2 Forno di combustione a griglia	16
4.3 Caldaia a vapore	18
4.4 Turbina a vapore in Condensazione e spillamento	21
4.5 Condensatore ad acqua	22
4.6 Torre di raffreddamento	23
4.7 Impianto di demineralizzazione	24
4.8 Impianto trattamento fumi	25
4.8.1 Sistemi di abbattimento NOx	30
4.9 Impianto di estrazione fumi	32
4.10 Canna fumaria autoportante	33
4.11 Stazione di trasformazione (6,3 kV-20kV)	34
4.12 Opere edili ed infrastrutture	35
4.12.1 Sala Macchine	35
4.12.2 Vasche e Serbatoi	35
4.12.3 Impianto antincendio	35
4.12.4 Impianto di illuminazione	36
4.12.5 Impianti ausiliari minori	36
5 Emissioni in atmosfera	37
5.1 Punti di emissione in atmosfera	37
5.2 Emissioni dirette dalla combustione	38
5.2.1 Emissioni primarie della combustione	38
5.2.2 Emissioni secondarie della combustione	44
5.3 Sistemi di monitoraggio delle emissioni	48
5.3.1 Sistema di analisi in continuo delle emissioni	48
5.3.2 Tecniche di misurazione adottate	50
5.3.3 Riepilogo dei metodi ufficiali per la determinazione di alcuni inquinanti	51
5.3.4 Procedure relative al cattivo funzionamento o guasto degli impianti di abbattimento, delle emissioni	52

1 Introduzione

Il presente documento costituisce descrizione tecnica-ambientale del Progetto di Generazione di Energia Elettrica mediante lo sfruttamento di biomasse combustibili, il cui ritiro, eventuale stoccaggio e termovalorizzazione verranno realizzati ad opera della Società EK ENERGY, in una nuova Centrale Termoelettrica (di seguito "Centrale") da realizzarsi presso il Comune di Manoppello (PE).

Questa sarà costituita da un impianto di ritiro, stoccaggio e movimentazione delle biomasse, afferente combustibile ad una linea di termovalorizzazione con recupero di calore per la produzione di vapore surriscaldato e produzione di energia elettrica.

L'impianto sarà costituito principalmente da un forno di combustione, alimentato a biomassa, ed integrato in una caldaia e un sistema di trattamento fumi.

Il vapore generato verrà utilizzato per la produzione esclusiva di vapore surriscaldato per la generazione di energia elettrica tramite turbogeneratore in condensazione, escludendo qualsiasi generazione di energia termica che non sia strettamente richiesta dalla centrale stessa.

La centrale, sviluppante un ciclo Rankine chiuso (condensazione) produrrà una potenza lorda all'alternatore di 2.000 kWe.

SOGGETTO PROMOTORE

La valutazione del progetto è stata sviluppata dalla Società (di seguito "Promotore"):

EK ENERGY S.r.l.
sede legale in
Viale Città d'Europa, 780
00144 ROMA

Il Progetto di generazione di energia elettrica da biomasse vegetali ed animali si inserisce nel quadro del Piano Energetico Nazionale che ha tracciato le linee guida per ridurre la dipendenza italiana dalle importazioni di prodotti petroliferi per i propri bisogni energetici, incoraggiando il risparmio energetico, la diversificazione delle fonti di carburanti e la riduzione delle emissioni inquinanti, tendendo sempre più a privilegiare la produzione di energia da fonti non fossili.

Le politiche di incentivazione definite dal Governo Italiano, sulla base della legge N.9 del gennaio 1990 e dei relativi provvedimenti attuativi, tra cui la Delibera N.6 del 29 aprile, 1992, unitamente alla conoscenza del Promotore del mercato avicolo ed agricolo (le fonti di energia considerate dalla vigente normativa rinnovabili), hanno portato alla decisione da parte del Promotore di intraprendere un progetto per lo sfruttamento energetico delle materie citate rese disponibili in elevata quantità dalla sua produzione primaria.

Il Promotore gestirà direttamente tutte le seguenti attività:

- realizzazione della Centrale
- approvvigionamento delle biomasse
- stoccaggio e movimentazione delle biomasse all'interno dell'impianto
- combustione della biomassa con produzione di vapore
- generazione di energia elettrica
- cessione alla Rete nazionale dell'energia prodotta

2 Informazioni generali

Denominazione società	EK ENERGY S.r.l.		
Codice fiscale società	09707581006 C.F. – P.I.		
LOCALIZZAZIONE DELL'IMPIANTO			
Comune	Manoppello	Provincia	Pescara
Località	Interporto d'Abruzzo	CAP	65024
Telefono		Fax	
Indirizzo	Viale dell'industria		
Coordinate UTM (ZONA 33)	E: 422024.1	N: 4684899.392	
Superficie del sito	c/a 10.000 mq		
SEDE LEGALE			
Comune	Roma	Provincia	Roma
Località	Roma	CAP	00144
Telefono	06.520741	Fax	06.23326903
Indirizzo	Viale città d'Europa, 780		
E-mail	info@esenergyspa.com	Sito web	www.esenergyspa.com
LEGALE RAPPRESENTANTE			
Nome	Luigi	Cognome	Chiapponi
Nato a	Parma	Provincia	PR
Il	16/08/1948	Residente a	S.Polo d'Enza
Indirizzo	Via Sedignano 6, 42020		
Telefono	0522.874044	fax	0522.874044
e-mail	direzione@eukrasia.it		
REFERENTE			
nome	Federico	Cognome	Cona
telefono	045.6020784	Fax	045.6020786
e-mail	federico.cona@eukrasia.it		

3 Descrizione generica dell'attività produttiva

Scopo del progetto è la realizzazione di un impianto per lo sfruttamento energetico di biomasse organiche, vegetali ed animali, provenienti da contratti di filiera, cascami agroforestali e allevamenti avicoli.

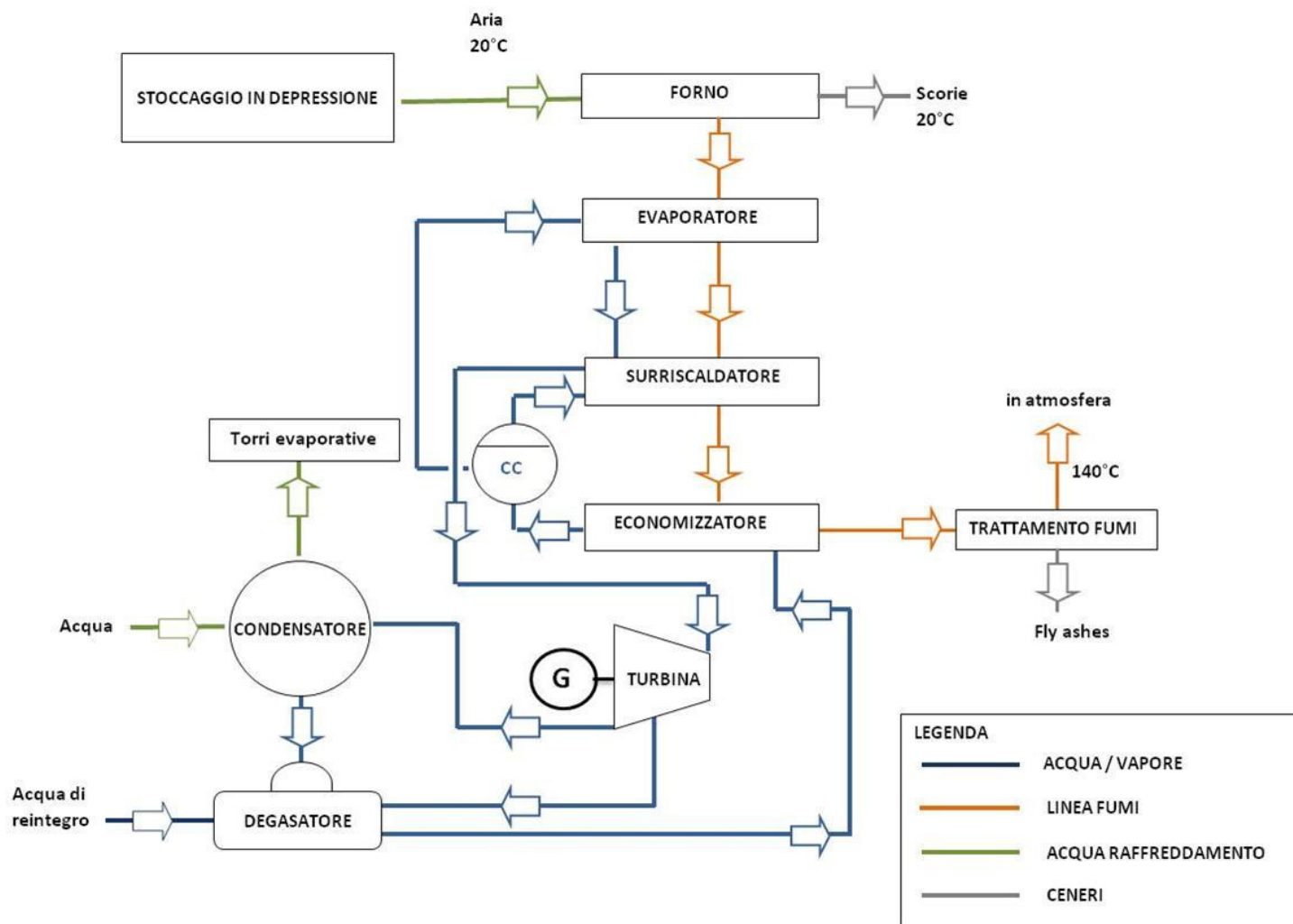
In funzione della potenza dell'impianto di combustione e del tipo di combustibile, è stato deciso di sviluppare la totale combustione della biomassa in un **forno semiadiabatico** opportunamente schermato con refrattario, ricavato all'interno di una caldaia.

L'impianto sarà strutturalmente costituito da:

- N°1 Reparto di ricevimento e stoccaggio della biomassa
- N°1 unità di combustione (forno semiadiabatico)
- N°1 linea di recupero calore per produzione di vapore surriscaldato
- N°1 linea di trattamento dei prodotti della combustione per la neutralizzazione dei parametri inquinanti e l'abbattimento delle polveri
- N°1 unità di abbattimento degli NOx con sistema a riduzione selettiva catalitica a bassa temperatura; (Processo SCR LT)
- N°1 unità di generazione di energia elettrica (turbina a vapore in condensazione, condensatore ad acqua, degasatore, impianto trattamento acqua alimento)

Poiché la materia prima impiegata è classificata come fonte rinnovabile (articolo 2 comma 1 del Decreto legislativo n. 387 del 29 dicembre 2003), la produzione di energia elettrica realizzata dalla sua combustione gode di certificazione per l'assegnazione di Certificati Verdi per quanto concerne la produzione elettrica.

3.1 Lay-out Impianto



3.1.1 Caratteristiche del combustibile

Il combustibile utilizzato presenta le seguenti caratteristiche, meglio sviluppate in dettaglio nel prosieguo:

Tipo di biomassa conferita	:	Pollina/Lettiera avicola
Umidità (min-max)	:	% 30-35
Ceneri max	:	% 15-20
Residuo Secco (min-max)	:	% 65-70
Potere calorifico inferiore	:	kcal/kg 2.200-2490

3.1.2 Stoccaggio Biomassa

Lo stoccaggio a breve periodo del combustibile è previsto in una porzione di capannone adiacente alla caldaia.

Un sistema di alimentazione del combustibile, composto da tramogge e nastri trasportatori, provvederà all'elevazione dello stesso alla quota di carico verso la griglia posta all'interno del forno semiadiabatico.

3.1.3 Tecnica di combustione

La limitata potenza termica del sistema di combustione e la particolare caratteristica del combustibile, unitamente all'assoluta necessità di conseguire sicuri risultati in termini di emissioni in atmosfera ha portato alla scelta di un sistema di combustione di tipo a griglia mobile in forno parzialmente refrattariato posto in camera di combustione.

Con il termine "parzialmente refrattariato" si intende la caratteristica del sistema di combustione di permettere il totale sviluppo della combustione all'interno di un intervallo di temperatura tra 850 ed i 1.000°C, ed il mantenimento dei prodotti della combustione a tale temperatura per un tempo di almeno 2 sec.

Tale condizione, come noto, garantisce la totale conversione del CO in CO₂, garantendo il conseguimento dei ristretti livelli dell'inquinante al camino.

La regolazione del forno, per quanto andremo a descrivere nel seguito, permetterà contemporaneamente di controllare la formazione di NO_x, governando la temperatura adiabatica con l'apporto aggiuntivo di gas di ricircolo, riducendo al contempo la presenza dell'ossigeno libero nella fase di combustione.

Un aspetto importante nella sezione impiantistica di combustione, è costituito dal controllo della temperatura di fiamma, attraverso due interventi distinti in funzione della tipologia di combustibile introdotto.

Il primo è finalizzato a contrastare l'aumento della temperatura adiabatica al di sopra del livello impostato.

Nel caso in cui il potere calorifico della carica introdotta tenda a lievitare, innalzando la temperatura del forno, il ricircolo in camera di combustione di una frazione dei gas indirizzati al camino, e quindi già raffreddati, permette di raffreddare la fiamma, riportando la temperatura del forno ai valori richiesti.

Al contrario, il secondo intervento ha la funzione di innalzare la temperatura adiabatica di fiamma nel caso in cui la riduzione del potere calorifico del combustibile tenda a raffreddare la temperatura del forno.

Tale obiettivo è perseguito con l'incremento di una fiamma supplementare, già per normativa sempre accesa nel forno, fino a riscaldare i gas alla temperatura richiesta.

Il mantenimento costante della fiamma si ripercuote sulla gestione del sistema di combustione e del recupero termico a valle, con ottimi riflessi positivi, eliminando raffreddamenti di fiamma che comporterebbero per quanto già detto l'incremento del CO prodotto, e nel caso opposto opponendosi alla formazione di fusioni di ceneri comportanti successivamente l'intasamento della superficie di scambio termico.

3.1.4 Trattamento fumi

Un sistema di trattamento fumi, composto da ciclone, reattore a secco e filtro a maniche, posto prima del camino tratterrà le frazioni inerti trascinate nei gas, prima della loro immissione in atmosfera.

Questo sistema permette di rispettare le soglie previste dalla vigente normativa in materia di inquinamento atmosferico per tale tipologia d'impianti.

3.1.5 Generatore di vapore

I fumi di scarico provenienti dal forno , attraverseranno una caldaia a recupero di calore per la produzione di vapore surriscaldato.

Il generatore di vapore surriscaldato sarà del tipo a circolazione naturale; le superfici di scambio termico saranno organizzate secondo lo schema classico in controcorrente secondo livelli di temperatura dettati dalle temperature dei fluidi, ed in particolare della loro pressione evaporante.

La caldaia sarà di tipo a tubi d'acqua, costituita da un corpo cilindrico superiore e internamente da un corpo evaporativo radiante attraversato dai fumi in senso verticale dall'alto verso il basso e viceversa, per finire ad un corpo convettivo attraversato orizzontalmente.

I fumi cederanno il proprio calore sensibile all'acqua circolante entro i fasci tubieri degli stessi, generando una potenza termica uguale a quella necessaria all'evaporazione della stessa.

A valle del generatore è previsto, in corpo separato, un economizzatore per il riscaldamento dell'acqua proveniente dal degasatore.

Il processo di generazione elettrica si basa sulla produzione di vapore surriscaldato all'interno di una caldaia atta a recuperare il calore dei gas provenienti dalla combustione, successivamente fatto espandere in una turbina che ne trasforma il salto entalpico trasformato in potenza meccanica utile al suo asse, convertita poi in potenza elettrica attraverso un alternatore ad esso collegato.

3.1.6 Produzione elettrica

L'utilizzo di biomassa in forma solida impone quale unica via sufficientemente collaudata il ciclo Rankine a vapore.

Attraverso una linea dedicata, il vapore surriscaldato prodotto in caldaia sarà inviato ad una turbina da 2.000 kWe a condensazione accoppiata ad un alternatore trifase sincrono per la generazione di energia elettrica.

A valle di questa turbina il vapore sarà inviato al condensatore ad acqua, che sottraendo il calore latente allo stesso vapore, ne provocherà la condensazione, e quindi il suo cambiamento di stato.

Più la pressione finale del vapore allo scarico della turbina è bassa, più elevata sarà l'energia trasformata in energia elettrica, ma contestualmente minore sarà la temperatura dello stesso vapore ottenuto, e conseguentemente gli utilizzi concessi dallo sfruttamento dello stesso.

Le condense in uscita dal condensatore saranno inviate al degasatore termofisico e, una volta deossigenate ed integrate con eventuale acqua demineralizzata di integrazione, saranno spinte mediante idonee pompe all'economizzatore e da qui al corpo cilindrico della caldaia. Da qui l'acqua cadrà nei banchi evaporativi, riprendendo così il ciclo di vapore precedentemente descritto.

Per il vettoriamento della potenza elettrica generata si intende sfruttare un nodo di distribuzione a Media Tensione della Rete di Trasmissione Nazionale sito nelle vicinanze, ed a tal fine la tensione finale prevista è a media tensione (20.000 Volt).

3.2 Produzione dell'impianto

PRODUZIONE ENERGIA ELETTRICA:

L'ipotesi di un funzionamento globale della Centrale è di 7.600 h/anno, previsione che ipotizza un periodo di manutenzione annua programmata di circa 30 gg consecutivi e circa 15 gg distribuiti casualmente nell'arco dell'anno per una piccola manutenzione programmata ed una serie di avarie casuali non programmabili.

All'interno di tale periodo si prevedono i seguenti parametri tecnici gestionali, così ripartiti.

Rankine chiuso – condensazione		
Consumo annuo di biomassa totale	t/a	31.160
	MWht/a	79.812
Energia elettrica prodotta lorda all'alternatore	MWhe/a	15.200
Rendimento elettrico lordo	%	19

PRODUZIONE ENERGIA TERMICA:

Dal ciclo termodinamico può essere messa a disposizione per utenze extra-aziendali energia termica a bassa entalpia fino a 6 MWt (a 35°C) e/o 1 MWt con acqua a 80°C, per spillamento di vapore dalla turbina, a scapito di un minor rendimento nella produzione di energia elettrica.

C'è, dunque, la possibilità di mettere a disposizione della zona industriale l'energia termica per riscaldamento privato o industriale.

4 Ciclo produttivo

4.1 Ricezione e stoccaggio biomassa

La biomassa prevista in ricevimento per stoccaggio a medio e breve termine sarà costituita da pollina/lettiera avicola.

La caratteristica olfattiva della pollina, non garantibile in fase completamente secca, richiede certezza di non dispersione all'esterno dell'aria interessante l'interno della zona di stoccaggio, che pertanto sarà prevista di tipo chiuso ed a garanzia di depressione.

Durante lo scarico dell'autotreno, una sufficiente aspirazione d'aria dall'ambiente garantirà un sufficiente ricambio d'aria e l'assenza di polveri ed odori interni, oltre che la dispersione verso l'esterno.

Tutte le zone di ricezione della pollina sono state previste all'interno del volume di stoccaggio e scarico del materiale, struttura peraltro completamente chiusa e mantenuta in leggera depressione rispetto all'atmosfera esterna.

L'aria aspirata dal locale di scarico e stoccaggio diverrà aria comburente per il sistema di combustione.

Nel locale si prevede la realizzazione di un'area di accumulo in fossa della pollina in attesa del successivo carico nella vasca di alimentazione.

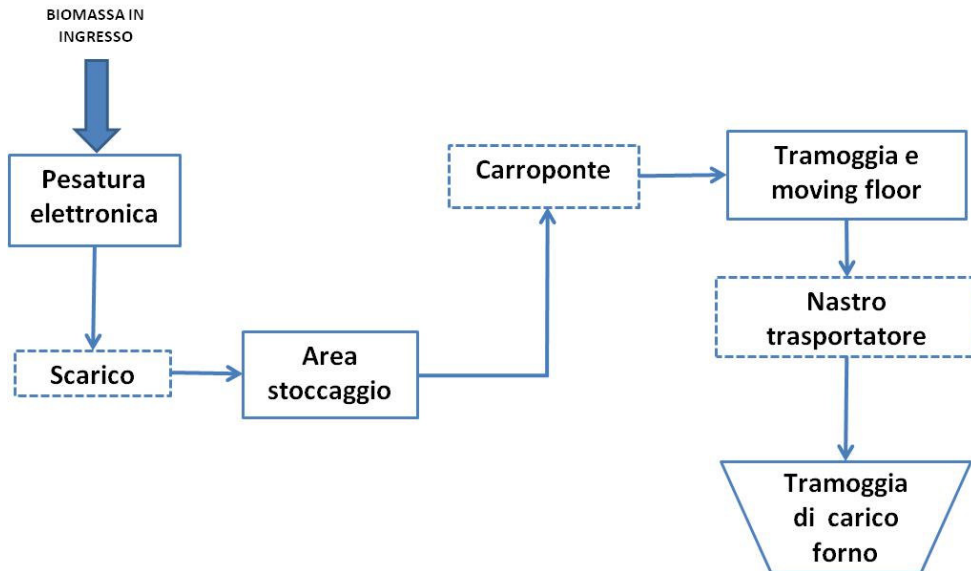
Le pareti verticali dedicate al contenimento perimetrale del materiale sono realizzate in calcestruzzo armato, come il fondo della vasca.

La gestione della fossa avverrà tramite l'utilizzo di un polipo che, attraversando sul carroponte l'intera superficie della fossa, permetterà l'adattamento del materiale sulla completa superficie della vasca, ed il caricamento della tramoggia a pavimento mobile.

Il combustibile sarà automaticamente sospinto verso la fine della tramoggia a mezzo di un moving floor, mosso da un sistema oleodinamico ad alta pressione; un nastro trasportatore eleverà la pollina alla quota di carico per l'alimentazione del forno.

E' stato verificato che le condizioni d'uso della pollina, non sono tali da dare luogo alla formazione di percolato derivante dalla fermentazione anaerobica della biomassa.

Si prevede comunque la realizzazione di una pavimentazione lievemente inclinata per consentire il deflusso verso canalette di raccolta di possibili colaticci prodotti da eventuali infiltrazioni di acqua dall'esterno del capannone di stoccaggio.



La vasca di alimentazione è dotata di un pavimento mobile (moving floor) e un sistema di nastri elevatori che preleva automaticamente il combustibile dal pavimento mobile e lo scarica all'interno di una tramoggia di alimentazione, posizionata direttamente sopra la griglia di combustione.

4.2 Forno di combustione a griglia

Nel forno, posto all'interno della camera di combustione del generatore di vapore surriscaldato, si sviluppa la combustione della biomassa su una griglia meccanica a passi alternativi.

Il forno costituisce le pareti perimetrali della griglia fino a quota di appoggio dei collettori inferiori della camera di combustione del generatore di vapore.

Superiormente al filo dei barrotti della griglia, protegge gli stessi dall'irraggiamento della combustione, mentre inferiormente costituisce la base di appoggio del telaio della griglia.

E' costituito in lamiera nervata e rinforzata, di forma parallelepipedica perimetrale, refrattariato internamente, garantisce la limitazione della temperatura verso l'esterno con minima perdita di calore.

In apposita nicchia frontale viene alloggiato il bruciatore a gas naturale con funzione di accensione e preriscaldamento

Il bruciatore ha la funzione di portare in temperatura le murature secondo un preciso gradiente imposto dalle caratteristiche fisiche delle stesse, durante la fase di avviamento da freddo.

La portata di aria comburente immessa nel forno semiadiabatico è prelevata direttamente dalla fossa di scarico e stoccaggio del combustibile, attraverso un ventilatore centrifugo ed un condotto in acciaio al carbonio che collega l'ambiente con gli elementi impiantistici coinvolti.

La biomassa sarà infatti introdotta nel forno solo dopo aver verificato, attraverso termocoppie alloggiato all'interno del refrattario, che lo stesso abbia raggiunto una temperatura almeno pari all'autoaccensione del materiale, normalmente considerata al di sopra di 850°C.

La regolazione dell'alimentazione del combustibile solido e dell'aria comburente viene effettuata automaticamente in funzione rispettivamente del valore dell'ossigeno residuo in camera di combustione e della depressione in camera di combustione.

Il processo di combustione avviene a temperature relativamente basse rispetto alle temperature raggiunte con fiamme da combustibili convenzionali, con conseguente ottimizzazione delle emissioni di azoto.

Dati principali del forno

All'interno dell'alloggiamento refrattariato viene posizionata la griglia meccanica di tipo a passi alternativi, composta da barrotti in fusione di ghisa, mossi per file alternate da un sistema oleodinamico controllato da una centralina elettronica che ne determina i parametri fondamentali quali velocità di avanzamento, ritorno ed intervallo di intervento.

Caratteristica	Unità di misura	Valore
Configurazione		Meccanica a passi alternativi
Potenza termica massima	kWt	11.000
Portata massica massima di combustibile	kg/h	4.100

Tabella 4.9 - Principali caratteristiche griglia meccanica

4.3 Caldaia a vapore

I gas combustibili sviluppati all'interno del forno risalgono lungo la camera di combustione costituita da tubi evaporanti facente parte della caldaia, rilasciando una ridotta quantità di calore in virtù del rivestimento dei tubi in tavole di refrattario.

Tale accorgimento permette ai fumi di mantenere la temperatura più a lungo, permettendo la totale combinazione del CO con l'ossigeno.

I gas caldi percorreranno poi, di seguito i condotti radianti evaporativi entro i quali scaricheranno le ceneri volanti, per entrare poi nei banchi convettivi.

Il calore ceduto innalza la temperatura dell'acqua di alimento dalla temperatura di ingresso fino alla temperatura di evaporazione e successivamente ne causa la trasformazione di stato da liquido a vapore.

L'acqua di alimentazione caldaia transita, spinta dalle pompe di alimentazione, all'economizzatore posto a valle della caldaia.

Nell'economizzatore viene elevata a temperature prossime a quella di evaporazione, sfiorando all'interno del corpo cilindrico per cadere nei tubi evaporativi e trasformarsi di stato.

Il vapore saturo raccolto nel fondo del corpo cilindrico viene estratto e fluisce nel successivo surriscaldatore che ne eleverà in fase surriscaldata secca la temperatura fino ai valori richiesti dal ciclo termodinamico.

La parte di caldaia oltre la camera di combustione, posta al di sopra del forno, sarà caratterizzata da scambio termico radiante e convettivo, interessata cioè ad uno scambio termico in cavità cieca con assenza di irraggiamento luminoso e una seconda totalmente costituita da banchi tubieri.

Camera di Combustione

La camera ha una conformazione parallelepipedica ad asse verticale, sagomata nella parte inferiore in modo da raccordarsi per quanto possibile al perimetro del forno.

Viene percorso dal basso verso l'alto e lo scambio termico è totalmente di tipo ad irraggiamento luminoso.

Le pareti sono costituite da tubi evaporativi, ai quali è interposta un'aletta di chiusura, connessi alle estremità a collettori orizzontali di chiusura sui quali grava il peso della caldaia e sui quali sono applicate selle di appoggio al forno sottostante.

La parte inferiore dei tubi è totalmente rivestita da refrattario apposto attraverso tavole precotte, ancorate con pioli saldati alla membratura a mezzo di giunzioni elastiche.

Sezione radiante

La sezione ha una disposizione a canali di ampie dimensioni, con la funzione di separazione delle particelle solide per decantazione e centrifugazione nella parte inferiore degli stessi durante l'inversione della direzione fumi.

Il primo canale viene percorso dall'alto verso il basso e lo scambio termico è totalmente di tipo ad irraggiamento in cavità.

I canali sono creati con tubi evaporativi, ai quali è interposta un'aletta di chiusura, connessi alle estremità a collettori orizzontali di chiusura sui quali grava il peso della caldaia e sui quali sono applicate selle di appoggio alle strette di sostegno sottostanti.

Sezione a convezione

Parte di caldaia posta successivamente alla prima, nella quale lo scambio termico avverrà per convezione, con trascurabile effetto radiante.

Si comporrà a sua volta di una struttura tubiera di pressurizzazione e contenimento dei gas caldi, posta lateralmente con asse verticale e di copertura superiore con asse orizzontale, simile a quella della sezione ad irraggiamento, e riportante una struttura tubiera a ranghi pendenti costituita da tubi e collettori.

La sezione tubiera di contenimento, sarà di tipo appoggiato, vincolata ad una struttura fredda esterna, mentre quella tubiera sarà di tipo appeso, vincolata a portali di grandi dimensioni, a loro volta vincolati alla stessa struttura di appoggio.

La sezione ha una disposizione a canali, di cui il primo di ampie dimensioni, con la funzione di separatore delle particelle solide per decantazione, nella sezione interessata dalla schermatura a refrattario coinvolta nella combustione.

L'esperienza nella realizzazione di caldaie di questo tipo ha evidenziato un'estrema efficacia di pulizia con l'utilizzo di sistemi a percussione tali da porre in vibrazione per urto i componenti convettivi tubieri, dai quali la cenere si separa, ricadendo nelle tramogge poste inferiormente e dalle quali sono poi evacuate in continuo attraverso valvole a doppio clapet.

Il sistema di percussione dei banchi si compone di masse battenti vincolate a perni folli attraverso bielle libere, portate nel punto morto superiore da un motoriduttore e lasciate ricadere liberamente fino ad impattare indirettamente i fondi estremi dei collettori inferiori dei banchi tubieri.

In uscita dalla sezione evaporativa i gas ancora caldi verranno immessi nell'economizzatore per il riscaldamento dell'acqua di alimento caldaia ed il conseguente raffreddamento dei gas caldi prima della loro immissione nel sistema di trattamento fumi.

La presenza dell'economizzatore permetterà di elevare il rendimento della caldaia, riducendo il combustibile da immettere nel forno e parallelamente la potenza termica dissipata al camino.

4.4 Turbina a vapore in Condensazione e spillamento

Il vapore prodotto dal generatore di vapore surriscaldato verrà inviato alla turbina in condensazione e spillamento per la produzione di energia elettrica.

La potenza nominale della turbina è di circa 2.000 kWe.

La turbina sarà idonea per l'alimentazione del vapore alle condizioni nominali, come scaricato dalla caldaia, dedotto delle perdite di carico di linea collegante la caldaia alla turbina oltre al valvole di intercettazione e regolazione previsto. E' stata inoltre considerata la riduzione di temperatura del vapore surriscaldato per perdite termiche in linea.

4.5 Condensatore ad acqua

Il condensatore è del tipo ad acqua, costituito da un'importante superficie tubiera di scambio, generata con tubi di diametro ridotto al fine di elevare quanto possibile il coefficiente di scambio termico limite tra il fluido secondario ed il metallo.

Al condensatore è demandata la funzione principale di sottrarre al vapore il calore latente, oltre che la leggera frazione che in alcuni casi potrebbe essere rimasta al vapore scaricato dalla turbina.

La condensazione del vapore e la sua trasformazione di stato da gas/vapore a liquido comporta una elevatissima variazione del volume specifico e conseguentemente la generazione della depressione che insiste retroattivamente sull'ultimo stadio della turbina.

L'innescio di tale condensazione attraverso l'eliminazione dell'aria presente a freddo nel condensatore è garantita da un gruppo del vuoto, al quale è richiesta l'evacuazione in continuo degli incondensabili che si raccolgono nel condensatore, alimentati inevitabilmente dal vapore in ingresso, che li contiene.

Il calore sottratto indirettamente al vapore viene trasferito dallo stesso ad un flusso d'acqua attraverso la superficie tubiera facente parte del condensatore, mentre il vettore dal calore all'esterno è affidato al flusso d'acqua in circolazione che lo trasferisce alle torri evaporative.

Una tubazione di alimentazione del vapore collegherà lo scarico della turbina a vapore con il condensatore posizionato al piano sottostante la turbina.

4.6 Torre di raffreddamento

La dissipazione del calore derivante dalla condensazione del vapore viene demandata a torri di raffreddamento adiabatico, nelle quali il calore viene trasferito attraverso il calore latente di una parte dell'acqua di circolazione, riscaldata a contatto della superficie tubiera riscaldata dal vapore, e portata ad evaporazione adiabatica dopo essere stata frazionata in gocce minuscole e ventilata in controcorrente da aria ambiente mossa da ventilatori assiali.

Come noto l'effetto adiabatico impone che una parte di acqua evapori sottraendo il calore necessario alla frazione d'acqua restante che conseguentemente si raffredda al di sotto della temperatura sensibile dell'aria ambiente (temperatura di bulbo secco) fino a circa 5°C oltre la temperatura di bulbo umido della stessa.

Il meccanismo termodinamico permette un forte effetto refrigerante portando l'acqua a temperature impensabili con sistemi a raffredatori a secco.

Il conseguente effetto è una grande efficacia di raffreddamento soprattutto nel periodo estivo quanto le temperature esterne, raggiungenti i 43°C di picco, genererebbero pressioni di condensazioni elevatissime a tutto discapito del rendimento termodinamico.

L'acqua evaporata dalla torre, unitamente alla frazione che lascia la stessa in forma liquida (microgocce) si diffonde nell'aria ambiente in forma di vapore acqueo in attesa di ricaduta al suolo in caso di pioggia, secondo il noto ciclo meteorologico.

4.7 Impianto di demineralizzazione

Le perdite di massa del ciclo acqua-vapore vengono integrate, alimentata direttamente nel degasatore acqua di idonee caratteristiche fisico-chimiche, preventivamente trattata in un impianto di osmosi dell'acqua grezza, seguito da una colonna di resine a scambio ionico per ridurre ulteriormente il contenuto salino dell'acqua.

L'impianto in oggetto garantisce la demineralizzazione totale dell'acqua, rendendola idonea all'impiego in caldaie ad alta pressione alimentanti turbine a vapore, mediante una linea di trattamento costituita da :

- N. 1 Filtrazione a carbone attivo
- N. 1 Microfiltrazione
- N. 1 Impianto ad OSMOSI INVERSA
- N. 1 Colonna a letto misto con resine cationiche e anioniche
- N. 1 Quadro elettrico di comando e controllo

L'acqua grezza viene collegata direttamente all'impianto che, previo filtrazione, viene convogliata in una pompa da cui viene pressurizzata in modo tale da superare la pressione osmotica del permeatore ad osmosi inversa.

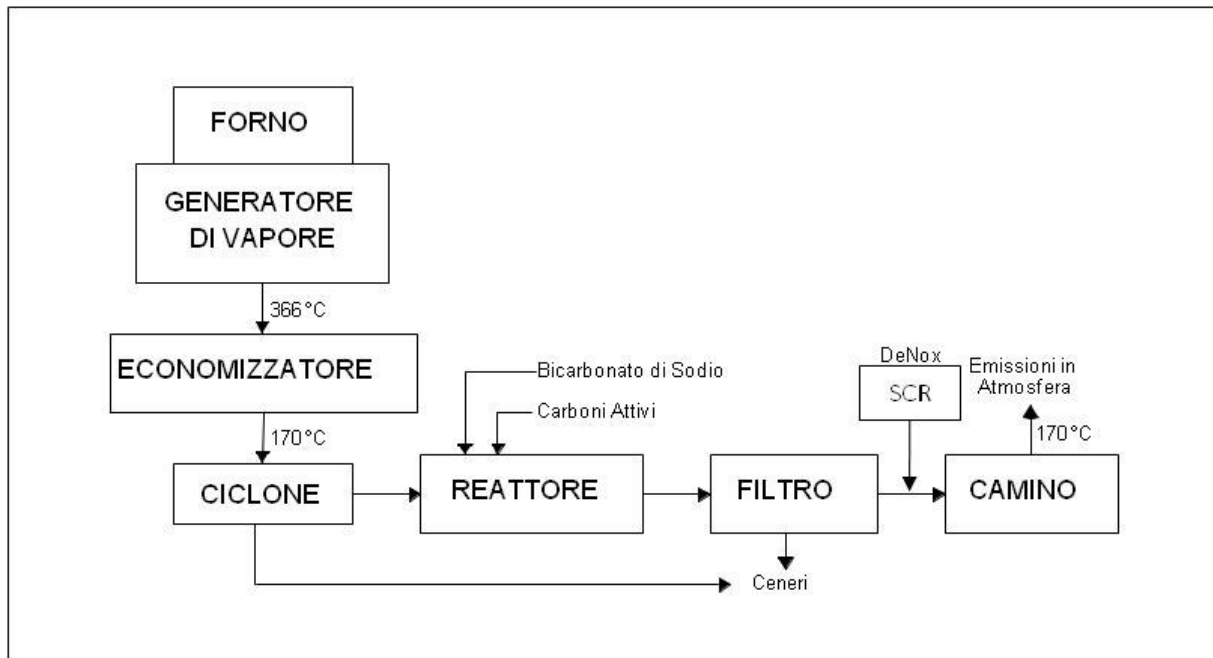
Il permeatore ad osmosi inversa è l'elemento preposto alla demineralizzazione dell'acqua ed è contenuto in un'apposita custodia denominata vessel.

Il vessel si presenta come un cilindro chiuso alle due estremità; da una parte ha un foro d'ingresso per l'acqua da trattare e dall'altra due fori dai quali fuoriescono separatamente l'acqua demineralizzata (denominata permeato) e l'acqua di scarico (denominata concentrato).

Il successivo passaggio attraverso il letto misto, assicura l'eliminazione quasi totale della silice, elemento altamente dannoso per le incrostazioni apportabili soprattutto alla palettatura della turbina.

L'acqua trattata verrà stoccata in serbatoi di accumulo posizionati all'esterno del capannone ma nelle sue immediate vicinanze e per mezzo di pompe di rilancio l'acqua viene inviata al degasatore.

4.8 Impianto trattamento fumi



A valle del forno semiadiabatico e della sezione di recupero termico è previsto un sistema di trattamento fumi per la garanzia delle emissioni entro i valori di legge per quanto riguarda il controllo delle particelle in sospensione tanto quanto la composizione chimica della fase gassosa.

Le caratteristiche principali dei fumi da trattare saranno le seguenti:

Caratteristica	Unità di misura	Valore
Tipo di combustibile	-	Biomasse
Portata massima fumi	Nm ³ /h	25.000
Temperatura fumi in ingresso	°C	170
Temperatura massima dei fumi	°C	200
Contenuto polveri in ingresso	g/Nm ³	10

Tabella 4.1 - Caratteristiche fisiche dei fumi da trattare

L'abbattimento della fase solida presente nei gas di combustione è concepita per lavorare su particelle di granulometria sufficientemente differenziata in modo da poter coprire la gamma attesa nei gas.

Il sistema inoltre dovrà agire in maniera tanto più efficace sulle particelle di una data classe di dimensioni tanto maggiore è la loro importanza in rapporto alla concentrazione attesa.

A questo proposito è stata effettuata una valutazione comparativa con impianti analoghi esistenti.

In base a questo raffronto si ritiene ragionevole ipotizzare una distribuzione delle particelle sospese nei fumi rispetto alla classe di diametro medio vicina a quella riportata nella tabella sottostante.

Granulometria particelle	Frazione percentuale in volume
Al di sotto di 100 µm	3%
Da 100 µm a 1 mm	37%
Macroparticelle	60%

Tabella 4.2 – Dispersione fase sospesa secondo granulometria

La composizione chimica della fase gassosa è attesa con le concentrazioni indicate in tabella.

Specie	Concentrazione
N ₂	70,9 %
O ₂	9,7 %
CO ₂	8,1 %
H ₂ O	11,3 %
SO ₂	210 mg/Nm ³
CO	50 mg/Nm ³
NO _x	150 mg/Nm ³
HCl	370 mg/Nm ³
Residui di combustione parziale	tracce
Residui carboniosi	tracce

Tabella 4.3 – Composizione chimica fase gassosa “prima della depurazione fumi”

I dati di concentrazione sono espressi nelle condizioni di riferimento di fumi anidri, contenuto di O₂ pari all'11% vol., condizioni normali di temperatura e di pressione (273 K, 1013 mbar).

Il sistema sarà complessivamente costituito da:

- sezione di pre-depolverazione
- reattore solido agente sulla fase gassosa
- sezione di depolverazione (filtro a maniche)
- sistema di riduzione selettiva catalitica degli NO_x (SCR)

SEZIONE DI PRE DEPOLVERAZIONE

Finalità di questo apparato sarà la separazione delle particelle grossolane e la captazione e lo spegnimento di eventuali particelle incandescenti scongiurando così possibili incendi delle maniche poste a valle.

L'impianto di pre-depolverazione sarà costituito da un ciclone tramite il quale le particelle più grosse saranno separate per via meccanica in virtù della maggiore inerzia rispetto al fluido nel quale sono sospese.

REATTORE SOLIDO

Una volta intercettata la fase sospesa più grossolana, la vena gassosa attraverserà il reattore solido all'interno del quale i gas verranno a contatto con reagenti per neutralizzare gli acidi presenti, riduzione degli ossidi di azoto, anidride solforosa, ritenzione dei metalli pesanti e reazione catalizzata dei composti organici ulteriormente ossidabili.

Queste reazioni avverranno a contatto con polveri di bicarbonato di sodio e carboni amorfi attivati (carboni attivi).

Il gas entra ed attraversa il reattore, mentre il reagente viene iniettato a mezzo di un trasporto pneumatico equicorrente in una zona nella quale si sfrutta il principio di sospensione fluoliquida.

Prima della loro iniezione, i reagenti verranno opportunamente frantumati da un molino al fine di garantire un'adeguata superficie di interfaccia con il fluido e per garantire una migliore cinetica di processo.

Il tempo di permanenza dei fumi nel reattore sarà mantenuto a valori superiori al valore minimo di raggiungimento dei limiti di concentrazione richiesti, tale da garantire sufficiente contatto fra i reagenti.

La reazione degli acidi inorganici, principalmente acido cloridrico, e dell'anidride solforosa con il bicarbonato di sodio è termodinamicamente favorita su tutti gli intervalli di concentrazione, temperatura e pressione interessanti rispetto alle finalità dell'impianto.

La cinetica del processo è invece regolata principalmente dal tempo di contatto, a sua volta funzione della concentrazione e granulometria del bicarbonato, del tempo di attraversamento del reattore ed infine della turbolenza del moto dei fumi.

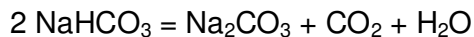
L'iniezione del reagente avviene normalmente, come in questo caso, in forma secca all'interno del reattore in un punto appositamente studiato per l'abbassamento della pressione e l'incremento della velocità dei gas (tubo di Venturi).

I gas attraverseranno il reattore in direzione verticale e verso ascendente.

La reazione fra il bicarbonato di sodio e gli acidi inorganici presenti nella vena gassosa può essere considerata come la semplice neutralizzazione di acido e base a dare il relativo sale e acqua, sebbene nella realtà una grande varietà di composti intermedi può andarsi generando.

Questo permette di stabilire il consumo di bicarbonato di sodio in base al rapporto stechiometrico di neutralizzazione. Questo valore risulta nella realtà sottostimare molto la necessità di immissione del reagente ed è necessario aggiungere un altro parametro che descriva la frazione di bicarbonato che effettivamente partecipa alla reazione. Questo valore è a priori incognito, ed è definibile solo grazie ad esperienze analoghe e comporta un'inevitabile percentuale di incertezza (come mostrato nei valori indicati sopra).

Aspetto di particolare importanza a favore di questo reagente, il bicarbonato di sodio, rispetto a altre basi ugualmente utilizzate in questa sorta di processi (ad esempio la calce) è l'occorrenza della reazione di decomposizione del bicarbonato a carbonato di sodio (con produzione di anidride carbonica e acqua) a contatto con i gas a 150 °C secondo la reazione:



Questa reazione rende i grani molto più porosi incrementando notevolmente di conseguenza la superficie rispetto alla condizione precedente all'iniezione nel reattore.

Al fine di garantire un approvvigionamento continuo di reagente sarà previsto un sistema di stoccaggio in posizione adiacente al reattore, sia per il bicarbonato di sodio che per i carboni attivi.

L'iniezione di carboni attivi nel reattore, insieme al bicarbonato di sodio, ha lo scopo di produrre e catalizzare una serie di reazioni che producano un contenimento delle concentrazioni di inquinanti gassosi e dei metalli pesanti sospesi.

L'elevata porosità dei carboni permettere di esporre un'elevata superficie di interfaccia con il gas. Questa superficie, efficacemente attivata per via fisica o chimica, è luogo di formazione di legami elettrostatici deboli (Van der Waals) con le specie chimiche nella fase gassosa che portano al prodursi di reazioni termodinamicamente favorite, così come al sequestro delle sostanze che rimangono adsorbite sulla superficie (come tipicamente i metalli pesanti)

I carboni attivi saranno caratterizzati da elevata microporosità, come consueto nei reattori che trattano fase gassosa.

La variabilità nelle caratteristiche microstrutturali dei carboni attivi permette differenziarne notevolmente la funzionalità.

Per ogni tipo di prodotto ed in funzione della temperatura di processo, si può definire una curva caratteristica, l'isoterma di adsorbimento, che correla per ogni specifico composto, la capacità di saturazione all'equilibrio rispetto alla sua concentrazione nella fase fluida.

SEZIONE DI DEPOLVERAZIONE

A valle dei reattori sarà previsto di un sistema di depolverazione costituito da un filtro a maniche per l'intercettazione del particolato più fine e per i reagenti immessi nel reattore.

Il filtro, in tessuto a maniche tubolari con sistema di pulizia ad aria compressa in controcorrente si presenta, per le caratteristiche tecniche di trattenimento meccanico delle particelle caratteristiche del processo di combustione su griglia, e rappresenta il sistema più efficiente attualmente disponibile.

4.8.1 Sistemi di abbattimento NOx

I principali meccanismi di formazione degli ossidi di azoto sono due:

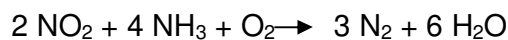
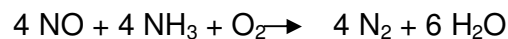
- Thermal NO: ovvero meccanismo di Zeldovich, il quale genera ossido di azoto a partire dall'azoto molecolare presente nell'aria e dall'ossigeno atomico presente nelle fiamme; questa però è una reazione significativa solo ad alte temperature (al di sopra di 2000 °C) , da cui il suo nome.
- Prompt NO: con questo termine si indica la parte di NO che si forma subito, durante le reazioni di ossidazione del combustibile.

Nel nostro caso, durante il processo di combustione, non si supera mai la temperatura di 1.100 °C , pertanto la formazione di ossidi di azoto deriva esclusivamente dal processo "prompt".

Per il controllo della formazione di NOx durante la combustione è di importanza rilevante l'adozione di misure cosiddette primarie, cioè finalizzate a prevenire la formazione di ossidi di azoto agendo su parametri quali la distribuzione dell'aria, la fluidodinamica in camera di post-combustione, il ricircolo di fumi depurati o l'utilizzo di aria arricchita in ossigeno.

Queste misure non sono sufficienti a garantire un assoluto controllo del valore di emissione di ossidi di azoto al camino, per cui si è deciso di ricorrere all'utilizzo di misure secondarie in grado di abbattere gli ossidi di azoto attraverso sistemi di riduzione selettiva, denominati:

- SNCR (Selective Non Catalytic Reduction)
- SCR (Selective Catalytic Reduction)



Per il progetto in esame, verrà realizzato un impianto per l'abbattimento degli NOx con sistema selettivo catalitico (SCR), nel seguito descritto con maggior dettaglio.

SCR

Il processo catalitico selettivo realizza la riduzione ad azoto molecolare degli NOx, secondo la sequenza di reazioni già riportate, a temperature significativamente più basse di quelle caratteristiche della riduzione termica, grazie all'azione del catalizzatore che riduce l'energia di attivazione richiesta.

Cuore del sistema è il catalizzatore, costituito da una massa ceramica su base di biossido di titanio a cui sono aggiunti componenti attivi quali ossidi di vanadio, tungsteno o molibdeno.

La struttura, tendente a sviluppare l'elevata superficie specifica, fondamentale per l'efficienza del sistema, può essere tipicamente a piatti o nido d'ape.

La configurazione a piatti si presta meglio ad impieghi in posizione cosiddetta "high dust", vale a dire a monte dei sistemi di depolverazione e subito a valle della caldaia, in punti dove il flusso gassoso abbia raggiunto la temperatura ottimale di 350 °C.

La struttura a nido d'ape, che essendo più fitta presenta più rischi di intasamento, si presta per applicazioni in "low dust", in posizioni a valle dei trattamenti di depolverazione dove, se da una parte si attenuano i rischi suddetti, dall'altra può essere necessario riscaldare nuovamente il gas alla temperatura d'innescò del processo catalitico, con aggravio dei costi di gestione.

Nel caso specifico potranno essere utilizzati catalizzatori che lavorano a bassa temperatura (180-200°C). I catalizzatori a base di platino sono in grado di funzionare senza la necessità di portare in temperatura l'effluente gassoso.

Questo processo comporta elevati vantaggi, in quanto consente di lavorare a valle del trattamento fumi, cioè al riparo da rischi di danneggiamento dei catalizzatori da parte delle ceneri volanti, senza riportare a valori eccessivamente elevati la temperatura dei fumi stessi.

4.9 Impianto di estrazione fumi

La totale linea fumi dell'impianto è prevista in depressione, per evitare fuoriuscite di gas caldo non trattato in atmosfera e per garantire una sufficiente depressione del forno.

Con tale funzione è previsto, prima del camino, un ventilatore traente, atto a mantenere la depressione indicata all'interno della camera di combustione.

A tale ventilatore sarà altresì demandata la funzione di regolazione del carico termico, variando istantaneamente la portata dei gas che attraversano la caldaia a recupero ed in seconda battuta elevando indirettamente ed in cascata la potenza di fiamma in forno attraverso la depressione conseguente in forno.

Il ventilatore avrà chiocciola in acciaio al carbonio, girante in Corte A con pale saldate e sottoposte a equilibratura statica e dinamica e motore elettrico asincrono trifase.

Il tratto di scarico fumi a valle del ventilatore e lungo tutto il camino risulterà conseguentemente in pressione.

4.10 Canna fumaria autoportante

Il principale punto di scarico in atmosfera previsto nell'impianto è costituito dalla canna fumaria, attraverso la quale i fumi vengono dispersi in atmosfera.

L'altezza del camino è direttamente correlata alle caratteristiche coreografiche della realtà paesaggistica nella quale è inserito l'impianto, così come il suo diametro e conseguentemente la velocità nominale di efflusso dei gas.

La canna fumaria è eseguita in lamiera di ferro saldata in più tronchi flangiati o saldati tra di loro e predisposti per essere facilmente montati in posto.

La base di appoggio è costituita da un anello di grosso spessore unito alla canna fumaria con squadre di rinforzo ed è dotata di appositi tiranti di fondazione.

Una portina di pulizia alla base consente l'ispezione e l'evacuazione di eventuali ceneri. In posizione adeguata saranno posizionate le prese pirometriche e le sonde di prelievo campioni accessibili a mezzo di scaletta alla marinara ed unico ballatoio.

La canna fumaria per lo smaltimento dei gas di combustione all'atmosfera, avrà le seguenti caratteristiche:

Caratteristiche dimensionali	Unità di misura	Valore
Diametro camino	mm	1.000
Altezza camino da terra	mm	18.000
Velocità nominale di efflusso dei fumi	m/s	14.4

Tabella 4.4 - Caratteristiche dimensionali della canna fumaria

4.11 Stazione di trasformazione (6,3 kV-20kV)

La potenza limitata delle macchine elettriche generatrici determina il livello della tensione elettrica alla quale la potenza generata sarà immessa in rete.

Nel caso analizzato, la potenza totale di 2.000 kWe permette di mantenere la connessione alla rete nazionale a livello di media tensione, prevista per il sito (20.000 Volt).

Si prevede conseguentemente di elevare la tensione generata, riversata primariamente su sbarre interne di centrale dalle quali attingono i quadri di gestione dei motori ausiliari, da 6.300 Volt a 20.000 Volt, attraverso un trasformatore elevatore di idonea potenza.

La stazione si comporrà di un trasformatore, di potenza idonea e per installazione in interno, completo di protezioni e quadri controllo, sezionatori, interruttori e sistemi di misura con TA e TV su entrambi i livelli di tensione.

Per il vettoriamento della potenza elettrica generata si intende sfruttare un nodo di distribuzione a Media Tensione della Rete di Trasmissione Nazionale sito nelle vicinanze.

Completano il sistema i cavi conduttori per il trasporto dell'energia.

4.12 Opere edili ed infrastrutture

4.12.1 Sala Macchine

La caldaia, la turbina e tutte le apparecchiature ausiliarie saranno alloggiate in capannone in cemento armato, con funzione di protezione ed afonizzazione.

Il capannone avrà una struttura portante in pilastri verticali, ancorati a plinti e solette orizzontali, completati con tamponamenti verticali in pannelli prefabbricati compositi.

La copertura orizzontale sarà realizzata con casseratura a vista in calcestruzzo armato con idonea portanza per il sostegno di apparecchiature fisse e temporanee.

Il tamponamento perimetrale verticale sarà previsto con la idonea capacità afonizzante per conferire la necessaria caratteristica di abbattimento del rumore verso l'esterno dell'edificio, fattore assolutamente irrinunciabile per impieghi particolari quali l'alloggiamento di turbine, considerata l'elevatissima emissività acustica delle stesse.

Le aperture sul perimetro saranno di dimensioni compatibili con gli ingombri massimi del macchinario da alloggiare e degli ausiliari annessi, e saranno idonee al passaggio di mezzi d'opera ed al passaggio del personale.

4.12.2 Vasche e Serbatoi

Nell'impianto sono previsti Serbatoi per lo stoccaggio dei fluidi termici e di processo, quali Prodotti rigenerativi, neutralizzanti oltre a fluidi di processo, e Vasche per il contenimento di liquidi in sversamento, da realizzare fuori terra ed interrati.

La piazzole di posizionamento e dei pozzetti di rilancio fluidi saranno realizzati in calcestruzzo.

4.12.3 Impianto antincendio

L'impianto antincendio si comporrà sia di sistemi di spegnimento manuale (estintori), posizionati nei fabbricati o nelle vicinanze dei macchinari, sia di un sistema di idranti, localizzati nei pressi delle zone più delicate, cioè dello stoccaggio della biomassa ed in prossimità degli impianti posti all'esterno del capannone. Si potrebbe pensare di sfruttare la vasca di raccolta acqua delle torri evaporative o prevedere un sistema di raccolta delle acque meteoriche per alimentare l'impianto.

4.12.4 Impianto di illuminazione

Tutte le zone di ricezione delle biomasse, le aree di trattamento e gli accessi saranno opportunamente illuminati attraverso il posizionamento di lampioni.

4.12.5 Impianti ausiliari minori

Sono previsti in centrale termica altri impianti generalmente di minor complessità al servizio di funzioni secondarie al processo dell'insieme, installati internamente o esternamente ai capannoni, ma pur sempre utilizzando le aree interne al perimetro di proprietà e rispettose dei limiti di confine, quali scambiatori di calore, gruppi di pompaggio, serbatoi, tubazioni di vettoriamento fluidi, le opere elettrostrumentali, la sala comando e gli impianti di servizio ecc..

5 Emissioni in atmosfera

5.1 Punti di emissione in atmosfera

Le emissioni correlabili all'esercizio del nuovo impianto di combustione sono costituite, quasi esclusivamente, dal continuo flusso di fumi proveniente dal forno ed espulse tramite il camino.

Le altre tipologie di emissione si verificheranno esclusivamente in corrispondenza delle operazioni di carico dei silos di stoccaggio sia delle sostanze reagenti utilizzate nella sezione di trattamento fumi sia delle ceneri provenienti dal filtro a maniche.

Si riporta di seguito l'elenco delle principali emissioni:

Sigla	Provenienza	Tipologia	Frequenza emissione
E01	Camino impianto	Fumi di combustione sottoposti a trattamento	Continua
E02	Silo di stoccaggio bicarbonato	Sfiato di polmonazione	Circa una volta ogni 30 giorni
E03	Silo di stoccaggio ceneri	Sfiato di polmonazione	Continua

5.2 Emissioni dirette dalla combustione

5.2.1 Emissioni primarie della combustione

Le emissioni primarie all'uscita del sistema di abbattimento dell'effluente gassoso sono quelle convenzionalmente indicate in:

- biossido di azoto
- polveri
- ossidi di zolfo
- acido cloridrico
- monossido di carbonio

Nel caso specifico, i limiti di emissione degli inquinanti possono essere mantenuti entro i seguenti limiti presi a riferimento.

Emissione	Formula Bruta	Unità di misura	Valore Limite Consentito
Valori medi giornalieri			
Polvere totale		mg/Nmc	10
Monossido di carbonio	CO	mg/Nmc	50
Ossidi di azoto	NO _x	mg/Nmc	200
Carbonio Organico Totale	(C.O.T.)	mg/Nmc	10
Acido Cloridrico	HCl	mg/Nmc	10
Acido Fluoridrico	HF	mg/Nmc	1
Anidride Solforosa	SO ₂	mg/Nmc	50
Valori medi in 30 minuti			
Polvere Totale		mg/Nmc	30
Monossido di Carbonio	CO	mg/Nmc	100
Carbonio Organico Totale	(C.O.T.)	mg/Nmc	20
Acido Cloridrico	HCl	mg/Nmc	60
Acido Fluoridrico	HF	mg/Nmc	4

Emissione	Formula Bruta	Unità di misura	Valore Limite Consentito
Anidride Solforosa	SO ₂	mg/Nmc	200
Valori medi durante il campionamento di 1 ora			
Ossidi di azoto	NO _x	mg/Nmc	400
Mercurio, Cadmio e Tallio	Hg, Cd, Tl	mg/Nmc	0,05
Altri metalli: Antimonio, Arsenico, Manganese, Nichel, Vanadio, Stagno	Sb, As, Mn, Ni, V, Sn	mg/Nmc	0,5
Valori Medi durante il campionamento di 8 ore			
PCDD+PCDF come diossina equivalente	C ₄ H ₄ O ₂	ng/Nmc	0,1
Idrocarburi Policiclici Aromatici	IPA	mg/Nmc	0,01
97% dei valori medi su 30 minuti rilevati in un anno			
Polvere Totale		mg/Nmc	10
Carbonio Organico Totale	(C.O.T.)	mg/Nmc	10
Acido Cloridrico	HCl	mg/Nmc	10
Acido Fluoridrico	HF	mg/Nmc	2
Anidride Solforosa	SO ₂	mg/Nmc	50

Tabella 5.1 - Concentrazione limite emissione di inquinanti

I dati di concentrazione sono espressi nelle condizioni di riferimento di fumi anidri, contenuto di O₂ pari all'11% vol., condizioni normali di temperatura e di pressione (273 K, 1013 mbar).

La combustione in forno sarà mantenuta con eccesso d'aria in relazione alle caratteristiche del combustibile e della sua umidità, generando quindi una portata di fumi al camino in cui l'ossigeno libero avrà un valore di circa l'11% in volume.

Gli accorgimenti tecnici che saranno adottati per il contenimento dei più importanti inquinanti sono di seguito descritti.

OSSIDI DI AZOTO (NO_x)

Gli NO_x si formano per ossidazione dell'Azoto atmosferico e di combustibile a temperature elevate, in modo sensibile, generalmente superiori ai 1200 °C.

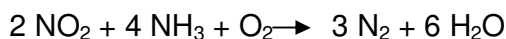
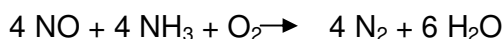
Utilizzando un appropriata metodologia di miscelazione dei gas di prima combustione con un ricircolo regolato dei fumi, si mantiene, nel normale funzionamento del forno, la temperatura adiabatica di fiamma a valori mai superiori ai 900-1000 °C, temperatura adeguata alla sensibile riduzione degli NO_x e pure sufficiente a garantire un'ottima combustione.

E' inoltre da segnalare che anche la riduzione della presenza dell'ossigeno libero nell'ambiente di combustione, in funzione dell'utilizzo di un ricircolo di gas già combusti, riduce la formazione di NO_x.

Negli impianti di combustione delle biomasse che utilizzano sistemi a griglia mobile il controllo delle emissioni di NO_x avviene normalmente con iniezione in camera di combustione di soluzione acquosa di urea (formula bruta: CO(NH₂)₂) che reagendo con gli ossidi di azoto presenti, li decompone e ne riduce i valori nei fumi fino a ricondurli a quelli di legge.

La concentrazione degli NO_x nel fumo correla positivamente con l'aumento della temperatura della combustione e negativamente con il rapporto N₂/O₂.

La pollina contiene al suo interno il prodotto (NH₃) necessario al controllo degli NO_x:



La riduzione chimica degli ossidi d'azoto avviene mediante reazione con i radicali liberati nella decomposizione chimica dell'ammoniaca. La temperatura di sviluppo massimo degli NO oscilla attorno ai 1.100 - 1.200 °C, mentre la temperatura alla quale avviene la decomposizione NH₃ ed eliminazione di NO è tra 850 °C e 1 000 °C.

Il controllo della combustione sulla griglia, data la sua forma, permette un'uniforme distribuzione del combustibile e una capillare distribuzione dell'aria primaria di combustione, che garantisce il rispetto delle temperature richieste. Il percorso dei fumi prima di essere immessi in caldaia è tale per il grado di miscelazione con l'aria secondaria di combustione è elevato, ed il tempo di permanenza è legato alle dimensioni e alla geometria della camera di combustione.

Si ritiene quindi, in tal modo, di poter garantire i valori di inquinante a livelli non superiori a quelli limite imposti.

Per maggior sicurezza, verrà adottata una tecnologia di abbattimento di NO_x con un processo catalitico selettivo a bassa temperatura (SCR-LT), come precedentemente descritti nel capitolo dedicato all'impianto di trattamento fumi.

Ammoniaca

Pur non essendoci rischi di superamento del valore atteso (5-10 mg/Nmc), si provvederà ad adottare un monitoraggio in continuo per poterne documentare le concentrazioni nei gas al camino ed identificarne eventuali azioni correttive al fine di rientrare nei parametri normativi.

Anidride solforosa SO₂ e acido cloridrico HCl

La biomassa di origine animale, prevista quale combustibile nell'impianto in oggetto, non contiene quantità rilevanti di Zolfo e Cloro, tali almeno da generare una quantità di inquinanti citati sufficientemente elevati da portare le emissioni gassose in prossimità dei valori limite.

Tuttavia, in caso si dovesse presentare tale eventualità, essendo l'impianto dotato di un sistema di abbattimento inquinanti a secco di tipo a tubo di Venturi, l'incremento dell'iniezione di Bicarbonato di sodio (NaHCO₃) permetterà la neutralizzazione delle frazioni acide prima della loro espulsione a camino.

I sali, allo stato solido, vengono quindi trattenuti dal filtro a maniche posto in posizione di valle.

L'effetto di trattenimento delle polveri sulle maniche di filtrazione genererà conseguentemente un secondo effetto di reazione per ulteriore adsorbimento dei gas attraversanti lo strato polverulento ancora attivo.

Monossido di carbonio CO e residui organici incombusti

Il controllo della temperatura di combustione nel forno, attraverso la modulazione dei gas di ricircolo e della temperatura dell'aria comburente, congiuntamente ad un tempo minimo di permanenza dei gas a tale temperatura, caratteristica tipica della combustione in forno semiadiabatico, garantirà una completa combustione della biomassa ed il mantenimento dei valori di CO e di COT entro i limiti imposti, impedendo altresì la formazione di diossine. Per quanto concerne, la rimozione delle diossine, l'impianto, oltre ad essere dimensionato in maniera tale da controllare completamente la combustione e scongiurare la loro riformazione in fase di raffreddamento dei fumi, prevede nella fase di trattamento l'iniezione di carboni attivi a monte della filtrazione su filtro a maniche.

Polveri totali

La totalità delle ceneri pesanti viene scaricata a fondo griglia nel redler a secco previsto sotto la griglia, mentre la cenere volante che rimane all'interno della vena gassosa si scarica per centrifugazione nella caldaia e nel ciclone e per captazione nel filtro a maniche.

I percorsi rettilinei alternati in direzioni opposte, caratterizzanti il progetto della caldaia, permette un primo scaricamento delle parti più pesanti delle ceneri nei punti di inversione in cui sono previsti sistemi di estrazione a coclee e rotocelle.

All'uscita della caldaia un sistema ciclonico separa per forza centrifuga le parti più pesanti, proteggendo al contempo il filtro tessile a valle da altrimenti possibili incendi. Il filtro posto a valle, prima dell'immissione dei gas al camino, tratterrà le polveri in relazione alla maglia tessile delle maniche calibrate di dimensioni inferiori alla frazione di polvere da trattenere, garantendo al contempo una velocità di filtrazione sufficientemente limitata.

Emissioni attese dalla combustione

A partire dalle esperienze d'impianti analoghi e considerate le tecnologie scelte per la linea di abbattimento, è possibile stimare i flussi di massa degli inquinanti attesi per il funzionamento a regime dell'impianto di combustione, riportati nella seguente tabella.

Composto	Emissioni attese dalla combustione (t/a)	
	Concentrazione media (mg/Nm³ – 11% O₂)	Flussi di massa annui (t/a)
NO _x	150	28,50
CO	50	9,50
Polveri totali	5	0,95
SO ₂	40	7,60
C.O.T.	10	1,90
	Concentrazione media (ng/Nm³ – 11% O₂)	Flussi di massa annui (mg/a)
PCDD+PCDF come diossina equivalente	0,05	9.5

Tabella 5.2 – Emissioni attese

Punto di emissione in atmosfera

Il punto di scarico in atmosfera previsto in impianto, è identificabile in un camino e denominato come: **E01**.

I dati geometrici e qualitativi relativi ai punti di tale camino sono evidenziati in tabella:

Parametro	Unità di misura	Valore
Punto di emissione		E01
Portata	kg/h	31.250
	Nmc/h	25.000
Temperatura allo sbocco	°C	≤170
Velocità allo sbocco	m/s	14,4
Altezza camino	m	18
Diametro interno camino	m	1,00

Tabella 5.3 – Punti di Emissione in atmosfera

5.2.2 Emissioni secondarie della combustione

Sfiato dei silo di stoccaggio bicarbonato

Per emissioni dirette secondarie si intendono i flussi derivanti dalle operazioni di carico dei silos contenenti reagenti chimici per il trattamento fumi e le ceneri dei filtri a maniche.

Il punto di emissione dal silo di stoccaggio del bicarbonato di sodio è stato classificato con il contrassegno **E02**.

Il volume di flusso uscente andrà ad equilibrare il volume di sostanza in ingresso.

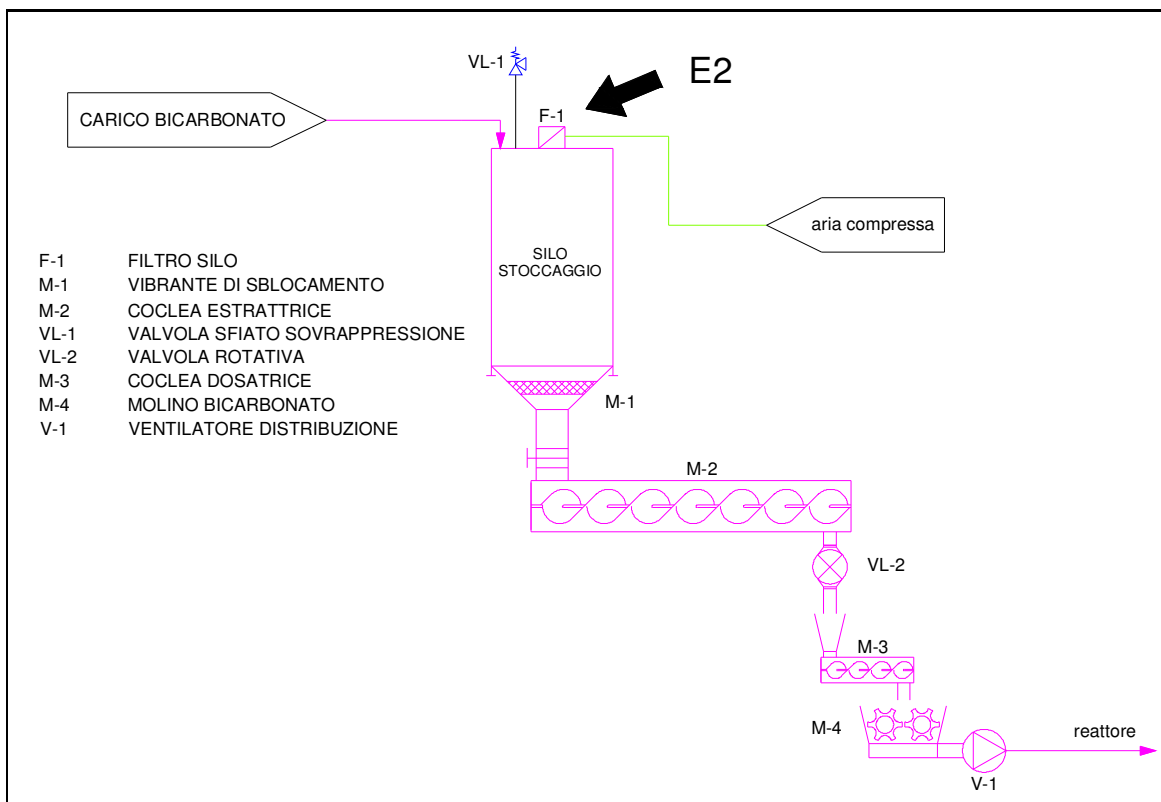


Fig 5.4 – Raffigurazione del punto di emissione E2

Caratteristica	Unità di misura	Valore
Punto di emissione	-	E02
Portata	Nmc/h	65
Funzionamento	h/anno	11-12
Volume silo di stoccaggio bicarbonato	Mc	65
Altezza silo di stoccaggio	M	12
Consumo bicarbonato in esercizio	Kg/h	78
Densità bicarbonato	Kg/dm ³	1
Autonomia	giorni	ca. 35

Tabella 5.5 – Caratteristiche del silo di stoccaggio bicarbonato

Il silo è dotato di apposito sistema di **ciclo filtrazione** in grado di trattenere la polvere di reagente emessa durante le operazioni di carico.

Caratteristica	Unità di misura	Valore
Materiale corpo		Acciaio AISI
Materiale maniche		Feltro poliestere
Superficie di filtrazione	m ²	5-6
Diametro filtro	m	0,6
Capacità corpo ciclone	lt	100

Tabella 5.6 – Caratteristiche filtro cicloni silo

Sfiato dei silo di stoccaggio ceneri

Il punto di emissione dal silo di stoccaggio delle ceneri leggere provenienti dalle tramogge del filtro a maniche è stato classificato con il contrassegno **E03**.

Il volume del flusso in uscita dal silo andrà a equilibrare il volume di sostanza in ingresso.

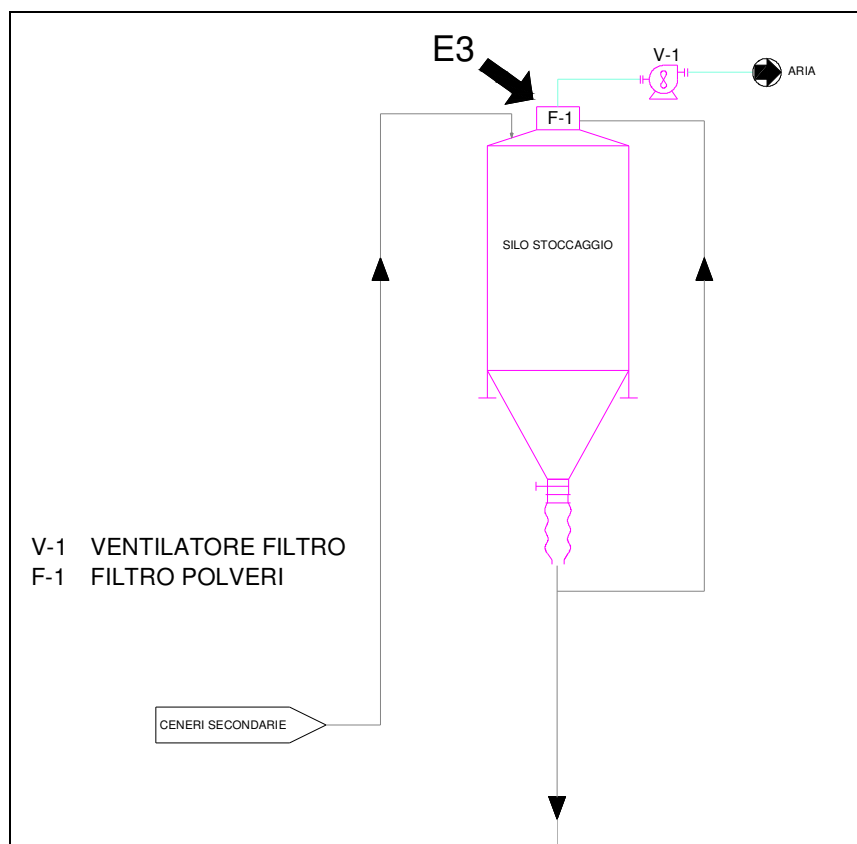


Fig 5.7 – Rappresentazione del punto di emissione E3

Caratteristica	Unità di misura	Valore
Punto di emissione	-	E03
Portata	Nmc/h	0,24
Funzionamento	h/anno	7.600
Silo di stoccaggio ceneri terziarie	n.	2
Volume totale stoccaggio	mc	70
Altezza silo	m	9
Portata - ceneri terziarie	kg/h	240
Densità - ceneri terziarie	Kg/dm ³	1
Autonomia	gg. lavorativi	12

Tabella 5.8 – Stoccaggio ceneri

Il silo è dotato di apposito sistema di **ciclo filtrazione** in grado di trattenere la polvere di cenere emessa durante le operazioni di carico.

Caratteristica	Unità di misura	Valore
Materiale corpo		Acciaio AISI
Materiale maniche		Feltro poliestere
Superficie di filtrazione	m ²	5-6
Diametro filtro	m	0,6
Capacità corpo ciclone	lt	100

Tabella 5.9 – Caratteristiche filtro cicloni silo

5.3 Sistemi di monitoraggio delle emissioni

5.3.1 Sistema di analisi in continuo delle emissioni

Un sistema di monitoraggio in continuo installato sul camino d'evacuazione dei fumi analizza tutti i principali inquinanti come previsto dalla legge.

Le emissioni controllate in continuo saranno :

- CO
- NO_x
- SO₂
- HCl
- HF
- COT
- Polveri totali
- NH₃

Inoltre, i valori che saranno monitorati e registrati nel tempo sono i seguenti:

- Ossigeno libero
- Temperatura
- Portata fumi

Il sistema di monitoraggio in continuo delle emissioni, è un sistema in grado di compiere le seguenti funzioni:

- ⇒ Campionamento
- ⇒ Analisi
- ⇒ Validazione
- ⇒ Elaborazione
- ⇒ Archiviazione dati

La strumentazione emette un segnale d'allarme in caso di blocco o di anomalie rilevate sull'impianto o attraverso l'analisi diretta delle emissioni in atmosfera.

Un ruolo di supervisione è effettuato dalla sala controllo che, 24 ore su 24, effettua il monitoraggio di tutte le fasi del processo e di tutte le parti dell'impianto, garantendone costantemente la sicurezza ed il corretto funzionamento.

Il sistema di analizzatori è certificato da Enti nazionali ed esteri, riconosciuti ai sensi del comma 3, Allegato VI, Parte V del decreto legislativo 152/2006.

Il sistema fornito è conforme alle norme :

- norme CEI per gli impianti elettrici
- standard A.N.S.I. (American National Standards Institute)
- Standard I.S.A. (Institute Society of America)
- legge 51 del 12.05.1955
- D.Lgs. n 81 del 09.04.2008
- legge n 186 del 01.03.1968
- legge n 791 del 18.10.1977
- legge 46 del 13.03.90 e successivo decreto di attuazione DPR 447 del 1991 e s.m.i
- DPR n 459 del 24.07.1996 Direttiva Macchine
- disposizioni ISPEL in particolare la legge DPR n 457 del 27.04.1955 ed aggiornamenti successivi
- disposizioni del locale Comando dei Vigili del Fuoco
- le norme UNI e UNEL per quanto riguarda: materiali unificati, impianti e loro componenti, criteri di progetto, modalità di collaudo, ecc.
- Marcature CE dei componenti
- D.Lgs. 152 del 3.04.2006, Parte V (disciplina dei metodi di controllo delle emissioni in atmosfera dagli impianti industriali)

L'impianto sarà costituito nelle seguenti parti essenziali :

- n°1 armadio analisi di dimensioni (1800+100x1600x800)mm
- n°1 sonda di prelievo fumi
- n°1 linea di trasporto gas campione riscaldata
- n°1 regolatore elettronico di temperatura
- n°1 filtro universale riscaldato
- n°1 linea di trasporto gas campione riscaldata
- n°1 prescaricatore di condensa
- n°1 refrigeratore industriale a compressore
- n°1 filtro universale con segnalatore di presenza condense
- n°1 pompa di aspirazione gas
- n°2 microvalvole a spillo
- n°1 gruppo calibrazione
- n°1 gruppo filtraggio per l'aria strumenti
- n°1 regolatore elettronico della temperatura
- n°1 PLC installato in armadio analisi, per gestione e automazione del sistema, acquisizione dati dagli strumenti e dai dispositivi installati in campo e trasmissione dati al PLC di supervisione principale. Detto sistema è corredato da :
 - n°1 personal computer desktop
 - n°1 stampante a colori link-jet
 - n°1 licenza SW di acquisizione e gestione dati del sistema analisi (detta licenza fornisce tutte le informazioni necessarie a tenere sotto controllo tutti i parametri da monitorare, fornisce tutti gli automatismi di comunicazione ed acquisizione dati dalle unità remote e dà la possibilità all'operatore di effettuare su di esse delle integrazioni)

5.3.2 Tecniche di misurazione adottate

Per il monitoraggio in continuo delle emissioni inquinanti negli effluenti gassosi, è prevista l'adozione di strumentazione aventi principi e tecniche di misurazione come di seguito elencate:

Inquinante monitorato	Tecnica di misura
Monossido di carbonio	Spettrometria FTIR (Fourier transform infrared)
Ossidi di azoto	Spettrometria FTIR (Fourier transform infrared)
Ossidi di Zolfo	Spettrometria FTIR (Fourier transform infrared)
Acido cloridrico	Spettrometria FTIR (Fourier transform infrared)
Acido fluoridrico	Spettrometria FTIR (Fourier transform infrared)
COT	FID (Flame Ionization Detector) con detector ad alta temperatura
Materiale particellare	Diffrazione di luce
Ammoniaca	Spettrometria FTIR (Fourier transform infrared)

Parametro monitorato	Tecnica di misura
Ossigeno libero	Paramagnetismo
Temperatura	Termometria
Portata fumi	Principio meccanico

5.3.3 Riepilogo dei metodi ufficiali per la determinazione di alcuni inquinanti

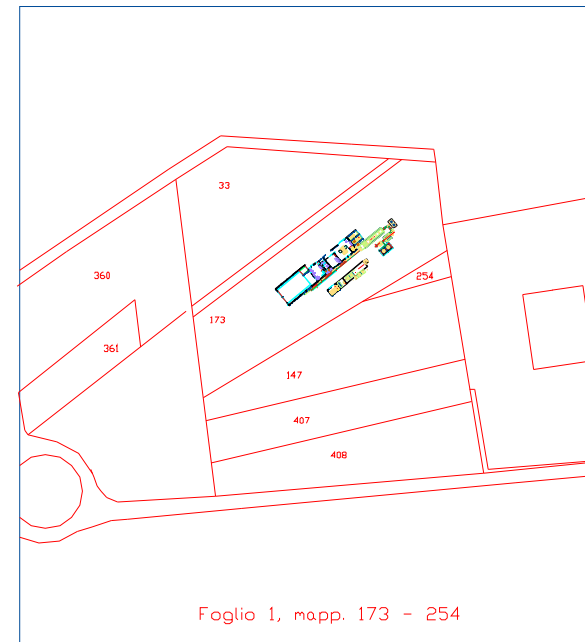
Inquinante	Metodo	Norma
Monossido di carbonio	Manuale	UNI 9969
Ossidi di azoto	Automatico	UNI 10878
Ossidi di Zolfo	Automatico	UNI 10393
Acido cloridrico	Manuale	D.M. 158/2000
Acido fluoridrico	Manuale	UNI 10787
COT	Automatico	UNI 10391
Materiale particolato	Automatico	UNI EN 13284-2
Ammoniaca	Manuale	D.M. 122/1986

5.3.4 Procedure relative al cattivo funzionamento o guasto degli impianti di abbattimento, delle emissioni

Il "sistema centrale" è munito di moto-pompa di alimento, di un generatore diesel di emergenza, nonché di batterie accumulatrici.

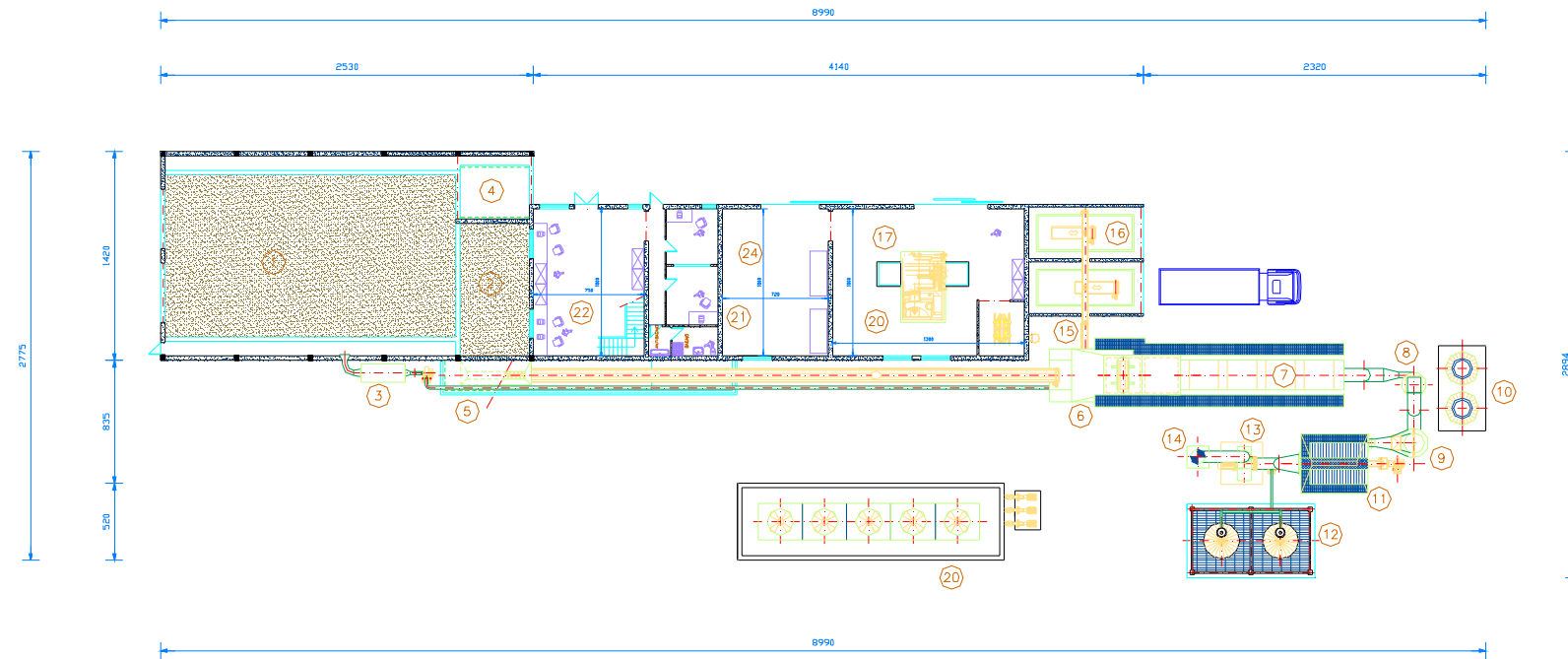
In questo senso è sempre garantita la continuazione del monitoraggio nonché l'alimentazione ed il funzionamento del filtro in tutti i casi di anomalia o blocchi del sistema principale.

Nel caso ipotetico di inconvenienti - comunque logicamente non proponibili – è preciso obbligo del personale operativo dell'impianto interrompere immediatamente il ciclo produttivo o porlo in condizioni di sicurezza gestionale ed ambientale ed informare tempestivamente l'autorità competente al rilascio delle autorizzazioni.

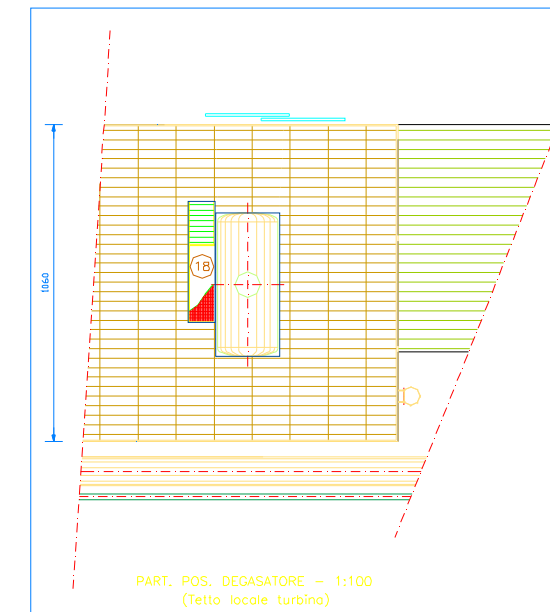
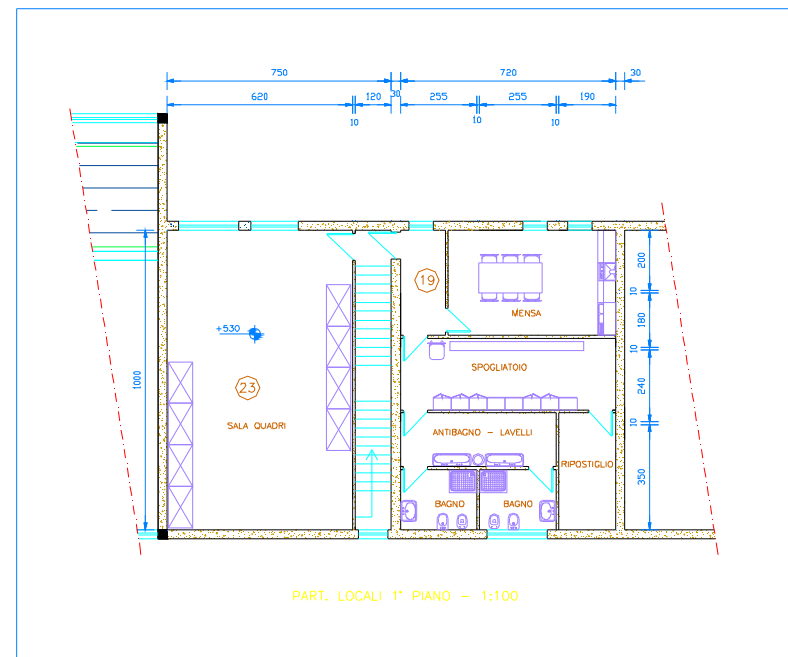


Foglio 1, mapp. 173 - 254

INSERIMENTO PLANIMETRICO - Comune di Manoppello (PE) scala 1:2000



- ① Capannone stoccaggio biomassa
- ② Fossa di stoccaggio biomassa
- ③ Impianto aspirazione aria capannone
- ④ Botola impianto estrazione moving floor
- ⑤ Tramoggia di alimentazione impianto
- ⑥ Forno
- ⑦ Caldaia
- ⑧ Ciclone abbattimento polveri
- ⑨ Reattore trattamento fumi
- ⑩ Stoccaggio reagenti
- ⑪ Filtro a maniche
- ⑫ Silos stoccaggio ceneri impianto tratt. fumi
- ⑬ Elettroventilatore
- ⑭ Camino
- ⑮ Impianto raccolta ed estraz. ceneri primarie
- ⑯ Scorrabili stoccaggio ceneri primarie
- ⑰ Locale turbogeneratore
- ⑱ Degasatore (sul tetto del locale turbina)
- ⑲ Locali di servizio (1° piano)
- ⑳ Torri di raffreddamento
- ㉑ Serbatoi stoccaggio reagenti per imp. demi
- ㉒ Locale comando impianto
- ㉓ Sala quadri (1° piano)
- ㉔ Locale magazzino



EUKRASIA S.r.l. - Tecnologie ambientali
 Sede Legale: Via Solferino, 28 - 43100 PARMA
 Sede Operativa: Via A. Volta, 3 - 37020 Arbizzano (VR)
 Tel. 045.6020784 - Fax 045.6020786 - e-mail: tecnico@eukrasia.it

Committente: Spett.le Azienda
 EK ENERGY S.r.l. - Viale Città d'Europa, 780 - 00144 ROMA
 Impianto di Manoppello Scalo (PE)

Progetto: IMPIANTO PRODUZIONE E.E. 2 MWel
 TAV. 01 - Inserimento planimetrico - Planimetria generale

Data: 16.07.09 Scala: 1:200 Dis.: Dino Vicari Rev.: 00

Il presente sostituisce il N° del _____ del _____
 Revisori ed aggiornamenti: _____

Il presente è sostituito dal N° del _____ del _____

Comm. N° EC09EMAN
Dis. N° D01R00

Al termini delle vigenti leggi, ci riserviamo la proprietà di questo disegno.

Arbizzano (VR), 20.07.09
Predisposto da:

Eukrasia Srl
Tecnologie ambientali