

Q.tHermo s.r.l.
Via Baccio da Montelupo 52
50142 Firenze

Q.tHermo s.r.l.
L'Amministratore Delegato
Dott. Ing. Roberto Barilli

IMPIANTO DI RECUPERO ENERGIA DA INCENERIMENTO DI RIFIUTI NON PERICOLOSI LOC. CASE PASSERINI - SESTO FIORENTINO (FI)

DOMANDA DI AUTORIZZAZIONE UNICA
PER LA COSTRUZIONE E L'ESERCIZIO DEGLI IMPIANTI
DI PRODUZIONE ENERGIA DA FONTI RINNOVABILI
art.12, D.Lgs. 29/12/2003, n. 387 e s.m.i.
artt. 11-12, L.R. 24/02/2005, n. 39

PROGETTO DEFINITIVO

Responsabile di Progetto:



Ing. Carlo Botti

Dott. Ing. CARLO BOTTI
ALBO INGEGNERI DELLA PROV. DI FIRENZE
N. 3202

Gruppo di lavoro:

Opere Architettoniche

Opere Civili e Strutturali

Opere Elettromeccaniche

Gae Aulenti Architetti Associati
4, Piazza San Marco
20121 Milano



Settore Ingegneria Grandi Impianti

C	16/12/2014	Revisione per integrazioni AU e AIA	P. Zucchetti	D. Corrente	T. Severi
Rev.	Data	Descrizione	Redatto	Controllato	Approvato
Titolo			Elaborato 042		
Relazione tecnica Sistemi meccanici di processo			Codice	MEC 001	

SOMMARIO

1	INTRODUZIONE	9
2	DESCRIZIONE GENERALE	10
2.1	CONFIGURAZIONE DELL'IMPIANTO	10
2.2	DESCRIZIONE DEL PROCESSO	13
2.2.1	CONFERIMENTO DEI RIFIUTI	13
2.2.2	COMBUSTIONE DEI RIFIUTI CON PRODUZIONE DI VAPORE	13
2.2.3	DEPURAZIONE DEI FUMI DI COMBUSTIONE	16
2.2.4	SISTEMA DI RECUPERO ENERGETICO	24
2.2.5	SISTEMI AUSILIARI AL PROCESSO	26
2.3	DESCRIZIONE DEL LAYOUT DI IMPIANTO	27
2.4	INTERFACCE	33
2.4.1	ALTA TENSIONE	33
2.4.2	ACQUA POTABILE	33
2.4.3	FOGNATURE	34
2.4.4	GAS NATURALE	34
3	DATI BASE DI PROGETTO	35
3.1	CARATTERISTICHE DEI RIFIUTI	35
3.2	CARICO TERMICO	36
3.3	LIMITI DI EMISSIONE	36
3.3.1	EMISSIONI GASSOSE IN ATMOSFERA	36
3.3.2	RESIDUI SOLIDI	37
3.3.3	SCARICHI IDRICI	37
3.3.4	EFFICIENZA ENERGETICA	38
4	PARAMETRI OPERATIVI PRINCIPALI	39
4.1	PRESTAZIONI	39
4.2	CONSUMI	40
4.3	RENDIMENTO ENERGETICO SECONDO D.LGS. 205/2010	41
4.4	PARAMETRI AMBIENTALI	46

4.4.1	EMISSIONI GASSOSE IN ATMOSFERA	46
4.4.2	RESIDUI SOLIDI E REFLUI LIQUIDI.....	46
4.4.3	ACQUE REFLUE	47
5	SEZIONE IMPIANTISTICA DI ACCESSO, SCARICO E STOCCAGGIO DEI RIFIUTI	47
5.1	GENERALITÀ	47
5.2	DESCRIZIONE DEL SISTEMA	48
5.3	SISTEMA DI GESTIONE DEI FLUSSI, ACQUISIZIONE E REGISTRAZIONE DATI	55
5.4	DATI DI PROGETTO	60
5.4.1	STAZIONE AUTOMATICA DI PESATURA.....	60
5.4.2	FOSSA RIFIUTI	60
5.4.3	UNITÀ DI ASPIRAZIONE E TRATTAMENTO ARIA DI EMERGENZA.....	60
6	SEZIONE IMPIANTISTICA DI MOVIMENTAZIONE E CARICAMENTO RIFIUTI.....	61
6.1	GENERALITÀ	61
6.2	DESCRIZIONE DEL SISTEMA	61
7	SEZIONE IMPIANTISTICA DI INCENERIMENTO MEDIANTE FORNO A GRIGLIA	63
7.1	GENERALITÀ	63
7.2	DESCRIZIONE DEL SISTEMA	63
7.3	DESCRIZIONE DEI COMPONENTI DEL SISTEMA DI COMBUSTIONE A GRIGLIA	64
7.3.1	TRAMOGGIA DI CARICO E CANALE DI CARICO RIFIUTI	64
7.3.2	SISTEMA DI ALIMENTAZIONE GRIGLIA.....	65
7.3.3	GRIGLIA DI COMBUSTIONE	65
7.3.4	SISTEMA DI SCARICO CENERI SOTTOGRIGLIA E SCORIE	66
7.3.5	SISTEMA IDRAULICO.....	66
7.3.6	ARIA DI COMBUSTIONE.....	66
7.4	DESCRIZIONE DEI COMPONENTI DEL GENERATORE DI VAPORE.....	67
7.4.1	CAMERA DI COMBUSTIONE.....	67
7.4.2	BRUCIATORI AUSILIARI.....	68
7.4.3	CANALI AD IRRAGGIAMENTO.....	69
7.4.4	CAMERA CONVETTIVA E CANALE ECONOMIZZATORE	69
7.4.5	BANCHI SURRISCALDATORI.....	69
7.4.6	ATTEMPERAMENTO DEL VAPORE	70

7.4.7	BANCHI EVAPORATORI CONVETTIVI.....	70
7.4.8	BANCHI ECONOMIZZATORI.....	70
7.4.9	SISTEMA DI PULIZIA.....	70
7.4.10	CORPO CILINDRICO.....	70
7.4.11	SISTEMA DOSAGGIO REAGENTI PER CONDIZIONAMENTO ACQUA DI PROCESSO.....	71
7.4.12	RIVESTIMENTI REFRATTARI.....	71
7.4.13	RIVESTIMENTI METALLICI.....	71
7.4.14	SISTEMA DI RACCOLTA E SCARICO DELLE CENERI VOLANTI.....	72
7.5	DATI DI PROGETTO.....	72
7.5.1	SISTEMA DI COMBUSTIONE A GRIGLIA	72
7.5.2	DIAGRAMMA DI COMBUSTIONE	73
7.5.3	GENERATORE DI VAPORE	74
8	SISTEMA DI TRASPORTO CENERI VOLANTI	75
8.1	GENERALITÀ	75
8.2	DESCRIZIONE DEL SISTEMA.....	75
9	SEZIONE IMPIANTISTICA DI DEFERRIZZAZIONE ED ALLONTANAMENTO DELLE SCORIE	77
9.1	GENERALITÀ	77
9.2	DESCRIZIONE DEL SISTEMA.....	77
10	SEZIONE IMPIANTISTICA DI DEPURAZIONE FUMI.....	79
10.1	GENERALITÀ	79
10.2	DESCRIZIONE DEL SISTEMA.....	79
10.3	DESCRIZIONE DEI COMPONENTI.....	82
10.3.1	SNCR	82
10.3.2	REATTORI	83
10.3.3	FILTRI A MANICHE	85
10.3.4	SCAMBIATORE DI CALORE RISCALDATORE FUMI – VAPORE	85
10.3.5	SCR	86
10.3.6	VENTILATORE ESTRAZIONE FUMI	86
10.3.7	SCAMBIATORE DI CALORE RECUPERATORE FUMI - CONDENSE.....	87
10.3.8	STOCCAGGIO E CIRCOLAZIONE SOLUZIONE AMMONIACALE	87
10.3.9	STOCCAGGIO E DOSAGGIO CALCE IDRATA.....	87

10.3.10	STOCCAGGIO E DOSAGGIO RICIRCOLO PCR	88
10.3.11	STOCCAGGIO E DOSAGGIO CARBONI ATTIVI	88
10.3.12	STOCCAGGIO E DOSAGGIO BICARBONATO DI SODIO	89
10.3.13	PRODOTTI RESIDUI	89
10.3.14	CANNE FUMARIE	90
10.4	DATI DI PROGETTO	90
10.4.1	GENERALI	90
10.4.2	FILTRI A MANICHE	91
10.4.3	SISTEMA DI RIDUZIONE CATALITICO DEGLI OSSIDI DI AZOTO	91
10.4.4	VENTILATORE ESTRATTORE	91
10.4.5	CAMINO	91
10.4.6	STOCCAGGIO REAGENTI	91
10.4.7	STOCCAGGIO RESIDUI	92
11	SISTEMA MONITORAGGIO PROCESSO E SISTEMA MONITORAGGIO EMISSIONI	93
11.1	GENERALITÀ	93
11.2	DESCRIZIONE DEL SISTEMA	93
11.2.1	SISTEMA DI MONITORAGGIO PROCESSO	93
11.2.2	SISTEMA DI MONITORAGGIO EMISSIONI	95
11.3	DESCRIZIONE DEI COMPONENTI	97
11.3.1	SONDA DI PRELIEVO	97
11.3.2	LINEA RISCALDATA	97
11.3.3	ANALIZZATORE FTIR	97
11.3.4	ANALIZZATORE HG	98
11.3.5	CAMPIONATORE MICROINQUINANTI	98
11.3.6	MISURATORE DI PORTATA	99
11.3.7	MISURATORE DI TEMPERATURA	99
11.3.8	MISURATORE DI PRESSIONE	99
11.3.9	ANALIZZATORE POLVERI TOTALI	99
11.3.10	SISTEMA DI ACQUISIZIONE ED ELABORAZIONE DATI SME	99
11.3.11	UNITÀ DI ARCHIVIAZIONE	102
11.4	DATI DI PROGETTO	103
11.4.1	SMP	103
11.4.2	SME	103

12	SEZIONE IMPIANTISTICA DI RECUPERO ENERGETICO.....	105
12.1	GENERALITÀ	105
12.2	DESCRIZIONE DEL SISTEMA.....	106
12.3	DATI DI PROGETTO.....	109
12.3.1	TURBINA A VAPORE	109
12.3.2	ALTERNATORE.....	109
12.3.3	CONDENSATORE DI VAPORE AD ARIA	109
13	SISTEMA DI PRODUZIONE E STOCCAGGIO ARIA COMPRESSA.....	110
14	SISTEMA DI PRODUZIONE E STOCCAGGIO ACQUA DEMINERALIZZATA.....	111
15	SISTEMA ACQUA DI RAFFREDDAMENTO.....	114
16	SISTEMA DI GESTIONE DELLE ACQUE.....	114
16.1	GENERALITÀ	114
16.2	DESCRIZIONE DEL SISTEMA.....	115
16.2.1	GESTIONE DELLE ACQUE METEORICHE.....	115
16.2.2	VASCA ANTINCENDIO.....	117
16.2.3	SISTEMA ACQUA DI EMERGENZA PER GRIGLIE GVG.....	117
16.2.4	ACQUE DI PROCESSO ED ACQUE DI LAVAGGIO	117
16.2.5	ACQUA POTABILE.....	119
16.2.6	ACQUE DI IRRIGAZIONE E DECORATIVE	119
17	SISTEMA GAS NATURALE	120
18	GRUPPO ELETTROGENO DI EMERGENZA	121
19	SCHEDE TECNICHE DEI MACCHINARI.....	122
19.1	SISTEMA DI MOVIMENTAZIONE RIFIUTI.....	122
19.2	SISTEMA DI MOVIMENTAZIONE SCORIE DI COMBUSTIONE.....	123
19.3	SISTEMA DI COMBUSTIONE.....	123
19.4	GENERATORE DI VAPORE	125
19.5	FILTRO A MANICHE PRIMO STADIO	126
19.6	FILTRO A MANICHE SECONDO STADIO	127

19.7	REATTORE CATALITICO (SCR).....	128
19.8	VENTILATORE DI ESTRAZIONE FUMI	128
19.9	SISTEMI DI STOCCAGGIO	128
19.10	COMPRESSORE ARIA	129
19.11	CIMINIERA.....	129
19.12	TURBOALTERNATORE	130
19.13	CONDENSATORE DI VAPORE AD ARIA	131
19.14	DEFERRIZZATORE	131

1 INTRODUZIONE

Il presente documento fornisce la descrizione tecnica del processo e dei sistemi meccanici previsti nel progetto dell'Impianto di Termovalorizzazione rifiuti da realizzare in località Case Passerini, nel comune di Sesto Fiorentino (FI).

L'impianto, costituito da 2 linee di combustione rifiuti operanti in parallelo, è finalizzato al recupero energetico del calore prodotto dalla combustione dei rifiuti per la produzione contemporanea di energia elettrica e termica.

Il progetto prevede un dimensionamento dell'impianto per un carico termico (potenza termica totale dei rifiuti alimentata ai forni di combustione) pari a 56.000.000 kcal/h, corrispondenti a circa 65,2 MW.

In condizioni nominali di funzionamento dell'impianto il carico termico per ciascuna linea è pari a 32,6 MWt; nell'ipotesi che i rifiuti abbiano un Potere Calorifico Inferiore (PCI) pari a 12,8 MJ/kg ciascuna linea di termovalorizzazione sarà alimentata con una portata pari a 9,2 t/h.

La potenza elettrica erogata, nelle suddette condizioni nominali, è pari a 17,6 MWe; inoltre, sono previste le predisposizioni impiantistiche per l'alimentazione della futura rete di teleriscaldamento, che potrà beneficiare di una potenza termica massima pari a 20 MWt.

In particolare, l'energia termica contenuta nei fumi sprigionati dalla combustione viene recuperata per la produzione di vapore surriscaldato alla pressione di 50 bar ed alla temperatura di 440 °C. Il vapore viene successivamente espanso in una turbina a vapore collegata ad un generatore per la produzione di energia elettrica a 15kV. Tale energia viene elevata alla tensione di 132 kV e ceduta alla Rete di Trasmissione Nazionale tramite un elettrodotto interrato collegato alla Cabina Primaria di Osmannoro (FI). La turbina è predisposta per lo spillamento di parte del vapore, da utilizzare come fonte energetica per la futura rete di teleriscaldamento.

I fumi di combustione, dopo aver ceduto la propria energia termica, vengono sottoposti ai trattamenti di depurazione ed emessi dai camini in atmosfera, con valori di concentrazione degli inquinanti tali da porre il realizzando impianto di Case Passerini tra le eccellenze del settore.

In estrema sintesi, le condizioni nominali di funzionamento dell'impianto sono le seguenti:

- | | |
|---|------------|
| • Potenza termica immessa con i rifiuti | 65,2 MWt |
| • Vapore surriscaldato prodotto (440°C, 50 bar) | 73,8 ton/h |
| • Potenza della turbina | 17,6 MWe |
| • Potenza cedibile alla rete elettrica | 15,0 MWe |

2 DESCRIZIONE GENERALE

2.1 CONFIGURAZIONE DELL'IMPIANTO

L'impianto è costituito da 2 linee per la termovalorizzazione dei rifiuti e la depurazione dei fumi di combustione, operanti in parallelo e di pari capacità, da una sezione, comune alle due linee, di produzione energia elettrica e da altri sistemi comuni, come nel seguito dettagliato.

Le principali sezioni impiantistiche sono:

- ✓ sezione di accesso, scarico e stoccaggio dei rifiuti;
- ✓ sezione di termovalorizzazione dei rifiuti, mediante incenerimento con sistema di combustione a griglia integrato con generatore di vapore;
- ✓ sezione di deferrizzazione e allontanamento delle scorie di combustione;
- ✓ sezione di depurazione dei fumi di combustione;
- ✓ sezione di utilizzo del vapore per la produzione di energia elettrica e successiva condensazione per il ricircolo al generatore di vapore;

Più nel dettaglio, l'impianto si configura come segue.

Sezione di ricezione, accettazione, stoccaggio e movimentazione dei rifiuti costituito da:

- stazione automatica di pesatura dei mezzi conferitori;
- portale per la rilevazione di sorgenti radioattive;
- avanfossa per la manovra di scarico, comprendente l'area per il campionamento dei rifiuti conferiti all'impianto;
- una fossa di stoccaggio;
- due carriponte per la movimentazione e l'alimentazione dei rifiuti al sistema di combustione;

2 Linee di termovalorizzazione rifiuti, operanti in parallelo e di pari capacità, ciascuna composta da:

- generatore di vapore a griglia (GVG), suddiviso in:
 - o sistema di combustione a griglia (SCG), del tipo mobile raffreddata ad acqua;
 - o generatore di vapore (GV), del tipo a sviluppo orizzontale.

2 Linee di depurazione fumi di combustione, in parallelo e di pari capacità, ciascuna composta da:

- sistema di depurazione fumi (SDF), suddiviso in:
 - o sezione di riduzione non catalitica degli ossidi di azoto (SNCR DeNOx) nel generatore di vapore a griglia con iniezione di soluzione ammoniacale;
 - o sistema di monitoraggio di processo (SMP) dei fumi di combustione;
 - o reattore in linea a secco con iniezione di calce idrata e carbone attivo;

- o primo filtro a maniche;
- o reattore verticale a secco con iniezione di bicarbonato di sodio e carbone attivo;
- o secondo filtro a maniche;
- o sezione di riduzione catalitica degli ossidi di azoto (SCR DeNOx), con iniezione di soluzione ammoniacale;
- o ventilatore estrazione fumi;
- o sistema di monitoraggio emissioni in atmosfera (SME);
- o camino di espulsione fumi in atmosfera.

Sezione Ciclo Termico e produzione energia elettrica costituito da:

- sistema di adduzione vapore surriscaldato al turbogeneratore;
- turbina a vapore e generatore (TGV);
- trasformatore elevatore MT/AT;
- sottostazione AT;
- condensatore di vapore ad aria;
- sistema di estrazione e preriscaldamento condensato;
- degasatore;
- sistema acqua di alimento al generatore di vapore.

Impianti e sistemi elettrici

- Trasformatore elevatore MT/AT;
- Sottostazione Alta Tensione 132 kV;
- Linea Alta Tensione 132 kV;
- Sistema elettrico di Media Tensione 15 kV;
- Sistema elettrico di Bassa Tensione 0,4 kV;
- Sistema alimentazioni protette (UPS);
- Gruppo elettrogeno di emergenza;
- Impianti speciali (rivelazione incendio, interfono, TVCC);
- Impianti elettrici forza motrice e illuminazione;
- Rete di terra;
- Protezione scariche atmosferiche;
- Impianto fotovoltaico da 30 kWp;

Sistemi di controllo

- sistema di supervisione e controllo (DCS).

Sistema stoccaggio e dosaggio calce idrata, carbone attivo e bicarbonato di sodio, costituito da:

- Silo stoccaggio carbone attivo;
- Silo stoccaggio calce idrata;
- Silo stoccaggio bicarbonato di sodio;
- Sistema di alimentazione dei reagenti alle linee di depurazione fumi.

Sistema stoccaggio soluzione ammoniacale per sistemi DeNOx (SNCR ed SCR), costituito da:

- Serbatoio di stoccaggio soluzione ammoniacale;
- Sistema di iniezione e dosaggio alla sezione di riduzione non catalitica degli NOx (SNCR);
- Sistema di iniezione e dosaggio alla sezione di riduzione catalitica degli NOx (SCR).

Sistema di stoccaggio dei residui solidi della depurazione fumi, costituito da:

- Sili di stoccaggio Prodotti Calcici Residui (PCR)
- Sili di stoccaggio Prodotti Sodici Residui (PSR)

Sistema di movimentazione e stoccaggio delle scorie di combustione, costituito da:

- Sistema di estrazione scorie;
- Sistema di deferrizzazione;
- Vasca di stoccaggio scorie.

Sistemi ausiliari d'impianto:

- Sistema di raffreddamento a circuito chiuso;
- Sistema produzione, stoccaggio e distribuzione acqua demineralizzata;
- Sistema produzione e distribuzione aria compressa;
- Sistema di stoccaggio e distribuzione acqua industriale;
- Sistema di distribuzione acqua potabile;
- Sistema di alimentazione gas naturale;
- Sistema antincendio.

Principali Fabbricati

Il progetto, per l'installazione dei sistemi e delle apparecchiature di cui sopra, prevede la realizzazione dei seguenti fabbricati:

- Fabbricato pesa;
- Fabbricato rampa;
- Fabbricato termovalorizzatore che comprende le seguenti unità funzionali:
 - o Avanfossa;

- o Fossa rifiuti;
- o Generatore di Vapore e Griglia GVG;
- o Sistema di Depurazione Fumi e Ciclo Termico;
- o Camino;
- Fabbricato servizi.

2.2 DESCRIZIONE DEL PROCESSO

2.2.1 CONFERIMENTO DEI RIFIUTI

Gli automezzi di conferimento dei rifiuti in ingresso all'impianto vengono sottoposti alle procedure di accettazione qualitativa e quantitativa ed al controllo della radioattività, dopodiché accedono, tramite una rampa in salita, ad un piazzale di manovra sopraelevato e coperto, detto avanfossa, per procedere con le operazioni di scarico nella fossa di stoccaggio.

Tutti i rifiuti conferiti all'impianto sono avviati direttamente all'incenerimento.

Avanfossa e fossa sono mantenute in depressione grazie all'aspirazione dell'aria comburente necessaria alla combustione dei rifiuti; in caso di fermo di entrambe le linee di termovalorizzazione dell'impianto, e quindi di mancata aspirazione, interviene un sistema autonomo di emergenza per l'aspirazione e il trattamento dell'aria.

Tramite due carriponte, equipaggiati con benna a valve, è possibile movimentare e miscelare i rifiuti in fossa ed alimentare le due linee di termovalorizzazione.

Il processo di termovalorizzazione dei rifiuti, attraverso la combustione con recupero di energia sotto forma di energia elettrica e termica, prevede le seguenti differenti fasi, mutuamente integrate:

- combustione dei rifiuti con recupero di energia termica;
- depurazione dei fumi di combustione;
- trasformazione dell'energia termica in energia elettrica e predisposizione per la cogenerazione di energia elettrica e termica.

A servizio del processo di termovalorizzazione concorrono i vari Sistemi Ausiliari di Impianto.

2.2.2 COMBUSTIONE DEI RIFIUTI CON PRODUZIONE DI VAPORE

Il processo di combustione dei rifiuti consiste in un'ossidazione, ad alta temperatura, che trasforma la frazione combustibile del materiale, lasciando come residuo solido le parti minerali ed i metalli.

Il calore liberato dalle reazioni di ossidazioni è utilizzato come fonte di recupero energetico.

I residui solidi del processo di combustione sono rappresentati da scorie (dette anche ceneri pesanti) e ceneri volanti; in particolare:

- *le scorie* residuano direttamente dalla camera di combustione del forno e sono costituite dai materiali incombustibili presenti nei rifiuti; le scorie prodotte dalla combustione dei rifiuti urbani sono classificate come rifiuto speciale non pericoloso;
- *le ceneri volanti* sono costituite da particelle solide trascinate nella corrente dei fumi che in parte si depositano sulle superfici di scambio del generatore di vapore, dalle quali vengono rimosse periodicamente mediante un sistema di pulizia meccanico, mentre la restante parte viene intercettata dai filtri del sistema di depurazione dei fumi; esse sono in genere classificate come rifiuto speciale pericoloso.

La fase di combustione dei rifiuti con produzione di vapore avviene, per ciascuna linea, nel Generatore di Vapore a Griglia (GVG), essenzialmente costituito da:

- un Sistema di Combustione a Griglia (SCG), detto anche più semplicemente “griglia” o “forno”;
- un Generatore di Vapore (GV), detto anche più semplicemente “caldaia”.

Il sistema di combustione a griglia costituisce la tecnologia più consolidata e, come tale, di più largo impiego nella combustione di rifiuti, in particolare di quelli urbani, grazie alla flessibilità che ne caratterizza il funzionamento ed all'affidabilità derivante dalle numerosissime applicazioni.

Per il progetto dell'impianto di Case Passerini il GVG scelto è costituito da una griglia mobile raffreddata ad acqua, che consente la combustione di rifiuti in un ampio campo di potere calorifico, integrata con una caldaia a sviluppo orizzontale.

La griglia è inclinata ed è formata da una serie di gradini mobili; ciò permette di regolare il movimento e l'avanzamento dei rifiuti sulla griglia per ottimizzare la combustione. I gradini della griglia sono raffreddati ad acqua grazie ad un circuito chiuso alimentato da elettropompe. Il raffreddamento ad acqua diminuisce l'usura degli elementi e permette di ottimizzare i flussi di aria primaria svincolandoli dalla funzione di raffreddamento della griglia. Il calore sottratto alla griglia, grazie ad uno scambiatore dedicato, viene in parte recuperato per riscaldare l'aria comburente. In caso di disfunzione o mancata alimentazione elettrica del sistema di raffreddamento della griglia, è presente un circuito di emergenza completamente autonomo, in quanto alimentato da una motopompa a gasolio, dedicato allo scopo.

L'alimentazione del rifiuto alla griglia avviene caricando una tramoggia, equipaggiata con sistema “rompi ponte” per evitare eventuali intasamenti. La tramoggia è in comunicazione con la griglia tramite un canale verticale di alimentazione, che viene percorso per gravità dai rifiuti ed è raffreddato con acqua dal medesimo circuito a servizio della griglia. Dal fondo del canale il rifiuto è immesso sui primi gradini della griglia mediante due spintori idraulici affiancati, a movimento indipendente e regolabile, per massimizzarne la flessibilità operativa. Il movimento alternativo dei gradini che costituiscono la griglia consente l'avanzamento del rifiuto ed il loro rimescolamento al fine di ridurre la presenza di incombusti nelle scorie finali.

Lungo lo sviluppo longitudinale della griglia i rifiuti subiscono dapprima un processo di essiccamento, che avviene nella zona prossima all'alimentazione (le sostanze volatili che si liberano sono in gran parte costituite dall'umidità evaporata ed il rilascio di calore è modesto). Successivamente, sulla parte centrale il materiale essiccato viene convertito in una frazione gassosa ed in residuo solido, tramite fenomeni di combustione e gassificazione della componente organica.

L'aria di combustione, se necessario opportunamente preriscaldata, viene iniettata sia sotto la griglia (aria primaria, circa nella quantità stechiometrica necessaria per la combustione, che attraversa lo strato di rifiuto), sia nella parte alta della camera di combustione (aria secondaria, corrispondente, in prima approssimazione, all'eccesso d'aria necessario per la combustione). Quest'ultima viene immessa ad alta velocità superiormente alla griglia, a monte della zona

cosiddetta di post combustione, e ha lo scopo di portare a completamento la reazione di combustione nei fumi che si innalzano dalla griglia, realizzando una condizione di eccesso di ossigeno e una turbolenza che assicura un mescolamento ottimale tra combustibile e comburente.

Per la maggior flessibilità del processo e per fare fronte a inevitabili variazioni qualitative dell'alimentazione, è possibile regolare le condizioni di combustione tramite la modulazione delle velocità degli elementi mobili della griglia e/o della portata di aria di combustione alimentata nelle varie zone della griglia. Nella griglia prevista, in particolare, ogni comparto della griglia ha il proprio sistema di insufflazione dell'aria primaria dedicato, per un totale di ben cinque ventilatori indipendenti regolati da inverter; anche l'insufflazione dell'aria secondaria è affidata a ventilatori indipendenti regolati da inverter e, inoltre, parte degli ugelli di immissione sono ad inclinazione variabile per ottimizzare le caratteristiche del flusso in zona di post combustione. Tali soluzioni rendono estremamente flessibile ed efficaci il processo di combustione e quindi permettono di raggiungere valori particolarmente bassi di CO nei fumi e di incombusti nelle scorie.

La gestione della combustione avviene mediante un sistema di automazione dedicato, che controlla la portata di vapore, il tenore di ossigeno in uscita caldaia, la temperatura di combustione e l'avanzamento del fuoco sulla griglia, adeguando automaticamente i parametri di gestione del forno, in funzione della variazione delle caratteristiche del rifiuto e della combustione, quali: quantità, distribuzione e preriscaldamento dell'aria; frequenza del movimento degli spintori; velocità e frequenza dei singoli gradini in ogni zona della griglia, ecc. Il sistema di gestione della combustione è completato dalla mappatura termica sulla griglia rilevata con termocamera ad infrarossi.

Le scorie residue della combustione giungono alla parte terminale della griglia e cadono, tramite un canale di scarico, in un estrattore in bagno d'acqua del tipo a gondola. Una volta estratte, le scorie vengono movimentate grazie a una tavola vibrante, deferrizzate e inviate ad una fossa di stoccaggio servita da due carri ponte con benna (di cui uno di riserva attiva) per l'allontanamento definitivo tramite automezzi.

Anche le parti fini che attraversano le fessure presenti fra i vari elementi della griglia di combustione, dette ceneri sottogriglia, vengono raccolte in tramogge ed inviate, mediante trasportatori in bagno d'acqua, all'estrattore delle scorie.

I trasportatori dei fini sottogriglia e l'estrattore delle scorie sono costantemente pieni di acqua in modo da garantire sia il raffreddamento delle scorie sia la tenuta della camera di combustione, evitando la fuoriuscita dei fumi di combustione e/o l'ingresso di aria ambiente.

I fumi provenienti dalla griglia completano il processo di combustione grazie all'insufflazione dell'aria secondaria cui è demandato il compito di garantire un buon mescolamento, assicurando adeguate condizioni di turbolenza e disponibilità di ossigeno; il percorso prosegue nella "zona di post combustione" nella quale, a termini di legge, permangono per almeno 2 secondi a temperatura non inferiore a 850 °C; per garantire tale temperatura in qualsiasi condizione operativa, nel forno sono installati due bruciatori ausiliari a metano che intervengono automaticamente in caso di abbassamento della temperatura oltre una soglia prefissata. In ogni caso, per valori di temperatura tali da non garantire la suddetta condizione di legge, il sistema di controllo distribuito dell'impianto inibisce automaticamente l'alimentazione dei rifiuti, negando il consenso all'apertura delle valvole della benna sulla tramoggia di carico. Per la misura delle temperature, nella zona di post-combustione, sono previsti pirometri ottici.

I fumi di combustione attraversano il Generatore di Vapore dove cedono la propria energia termica, passando da una temperatura iniziale di circa 1.100°C ad una temperatura in uscita di circa 180 – 190 °C. L'energia termica ceduta dai fumi viene trasferita all'acqua contenuta nel Generatore, che in tal modo cambia il proprio stato fisico da liquido a vapore saturo e, infine, assume lo stato di vapore surriscaldato a 440 °C e 50 bar. Il vapore viene inviato al ciclo termico,

dove cede la propria energia al gruppo turboalternatore, che la trasforma in energia elettrica. Il vapore in uscita dalla turbina, detto vapore esausto, viene riportato allo stato liquido mediante un condensatore ad aria ed infine, tramite le pompe di alimento, immesso nuovamente in caldaia per ricominciare il ciclo in un sistema a circuito chiuso.

Il Generatore di Vapore (GV) previsto è del tipo multitubolare, a circolazione naturale, con corpo cilindrico posto alla sommità della struttura. Lo scambio termico avviene già immediatamente sopra la griglia, nella zona di combustione, per irraggiamento delle pareti perimetrali membranate (pareti di tubi affiancati, con aletta interposta). Successivamente alla zona di combustione i fumi percorrono, in senso verticale, tre camere ad irraggiamento con pareti membranate, ed infine, con flusso orizzontale, attraversano una camera con pareti membranate contenente una serie di banchi di tubi (surriscaldatore, evaporatore, economizzatore), dove invece il calore è ceduto per convezione.

L'acqua di alimento entra in caldaia ad una temperatura indicativa di 130 °C, attraversa i banchi dell'"economizzatore", dove subisce un primo riscaldamento, ed arriva al "corpo cilindrico". L'acqua poi esce dalla parte bassa del corpo cilindrico e vaporizza nei banchi evaporatori e nei tubi delle pareti membranate ed infine ritorna al corpo cilindrico sotto forma di vapore saturo. Dalla parte alta del corpo cilindrico viene prelevato il vapore saturo ed inviato ai banchi "surriscaldatori" dove appunto si ottiene il vapore surriscaldato. Allo scopo di ridurre i problemi di corrosione per l'attacco esercitato ad alta temperatura dal cloro presente nei fumi, i banchi surriscaldatori sono configurati affinché il flusso del vapore circolante nel primo banco incontrato dai fumi avvenga in equi corrente con il flusso dei fumi stessi ed il primo banco incontrato dai fumi sia il primo banco di surriscaldamento del vapore.

I banchi di tubi sono del tipo "appeso" e sono progettati e realizzati per avere una notevole flessibilità meccanica; ciò permette di effettuare efficacemente la pulizia dalle ceneri volanti che vi si depositano mediante un sistema elettromeccanico temporizzato a scuotimento del tipo a martelli; l'eventuale sostituzione dei banchi potrà avvenire agevolmente estraendoli dalla parte alta della caldaia.

2.2.3 DEPURAZIONE DEI FUMI DI COMBUSTIONE

Il principale aspetto ambientale derivante dalla combustione di rifiuti è costituito dall'emissione di polveri e sostanze inquinanti nell'atmosfera, in fase gassosa o sotto forma di vapore, classificabili come macro e microinquinanti.

Con "macroinquinanti" si individuano le sostanze presenti nei fumi in concentrazioni dell'ordine dei mg/Nm³, quali le polveri, gli ossidi di zolfo (principalmente anidride solforosa, SO₂) e di azoto (NO_x), il monossido di carbonio (CO), il carbonio organico totale (COT o TOC) e gli acidi alogenidrici (essenzialmente acido cloridrico, HCl e acido fluoridrico, HF).

Con "microinquinanti" si individuano, invece, quelle sostanze presenti nelle emissioni in concentrazioni molto inferiori, che includono sia specie inorganiche come i metalli pesanti (cadmio, cromo, mercurio, piombo, nichel, ecc.) sia organiche come le policlorodibenzodiossine (PCDD), i policloro-dibenzofurani (PCDF) e gli idrocarburi policiclici aromatici (IPA). I valori limite per le emissioni dei composti microinquinanti si collocano nell'ordine dei microgrammi/Nm³, o addirittura dei nanogrammi/Nm³ per alcuni composti (tipicamente le diossine) di particolare pericolosità per la salute dell'uomo.

Con il termine "polveri" vengono identificate le particelle solide trascinate all'interno dei fumi, che comprendono le ceneri volanti, i frammenti incombusti, i residui delle reazioni di neutralizzazione e dei processi di adsorbimento.

Gli ossidi di azoto nei processi di combustione si formano essenzialmente per:

- l'ossidazione di azoto molecolare (N_2) ad elevate temperature (thermal NO_x);
- l'ossidazione di composti azotati presenti nel combustibile alimentato (fuel NO_x).

Nella combustione di rifiuti, la fonte predominante è l'ossidazione di composti azotati che dà luogo ai "fuel NO_x ". I "thermal NO_x " si formano invece durante la combustione di tutti i tipi di combustibile nella regione di massima temperatura della fiamma: temperature elevate ed alte concentrazioni di ossigeno ne favoriscono la formazione.

Gli acidi gassosi si formano nella fase di combustione a causa della presenza nei rifiuti di zolfo e di alogeni:

- lo zolfo è presente in sostanze derivanti da processi chimici dello zolfo, residui dell'industria petrolifera, fanghi o argilla. La combustione di zolfo porta alla formazione di anidride solforosa, composto che, alla temperatura di fiamma, è sostanzialmente stabile. A bassa temperatura c'è la possibilità che SO_2 possa in parte ossidarsi ad anidride solforica (SO_3) grazie all'azione catalitica del particolato: normalmente tale conversione non supera il 10%.
- cloro e fluoro sono presenti nei rifiuti in misura largamente superiore a quella riscontrabile in tutti i combustibili convenzionali. Il cloro è presente, ad esempio, nelle plastiche clorate, nei prodotti fitosanitari e negli insetticidi. La sua trasformazione è pressoché quantitativa e la possibilità di ossidazione da HCl a cloro molecolare è praticamente nulla (non risente dell'azione catalitica del particolato). Il fluoro è per lo più presente nei materiali inerti, nelle bottiglie, nell'alluminio, nelle materie plastiche sotto forma di polifluorurati (per lo più imballaggi medici), nei tessuti sintetici e nei residui di pesticidi.

Gli acidi gassosi, oltre ad essere inquinanti ambientali, causano fenomeni di corrosione alle strutture per condense acide a basse temperature e per l'azione degli acidi disciolti nei sali fusi ad alte temperature.

I metalli pesanti sono presenti in tracce nei rifiuti. Tra gli altri, ritroviamo mercurio (Hg), cadmio (Cd), tallio (Tl), piombo (Pb), nichel (Ni), arsenico (As) ed i loro composti. Durante la fase di combustione i metalli si distribuiscono in maniera non omogenea nei diversi flussi dei residui solidi ed aeriformi che si diramano dal processo.

Per quanto riguarda diossine e furani, per spiegare la loro presenza nei fumi uscenti dalla zona di combustione degli impianti di termovalorizzazione, sono state formulate diverse ipotesi:

- i PCDD/PCDF sono già presenti nel rifiuto in entrata;
- i PCDD/PCDF sono prodotti dai relativi precursori clorurati (policlorobenzeni, fenoli clorurati e benzeni clorurati);
- i PCDD/PCDF possono essere formati attraverso processi di pirolisi di composti clorocarburici e/o dalla combustione di materiale organico non clorurato come polistirene, cellulosa, lignina, carbone e particolari composti carboniosi in presenza di clorodonoratori.

La rimozione degli inquinanti avviene mediante i seguenti meccanismi:

- trasformazione in composti non nocivi mediante reazioni chimiche di neutralizzazione;
- trasferimento dalla corrente gassosa in correnti solide (residui) mediante adsorbimento. I residui sono inviati successivamente a smaltimento.

Il trattamento di depurazione fumi si articola in più fasi, in ciascuna delle quali viene dosata una ponderata quantità di reagenti chimici in funzione della tipologia di inquinante da abbattere; i

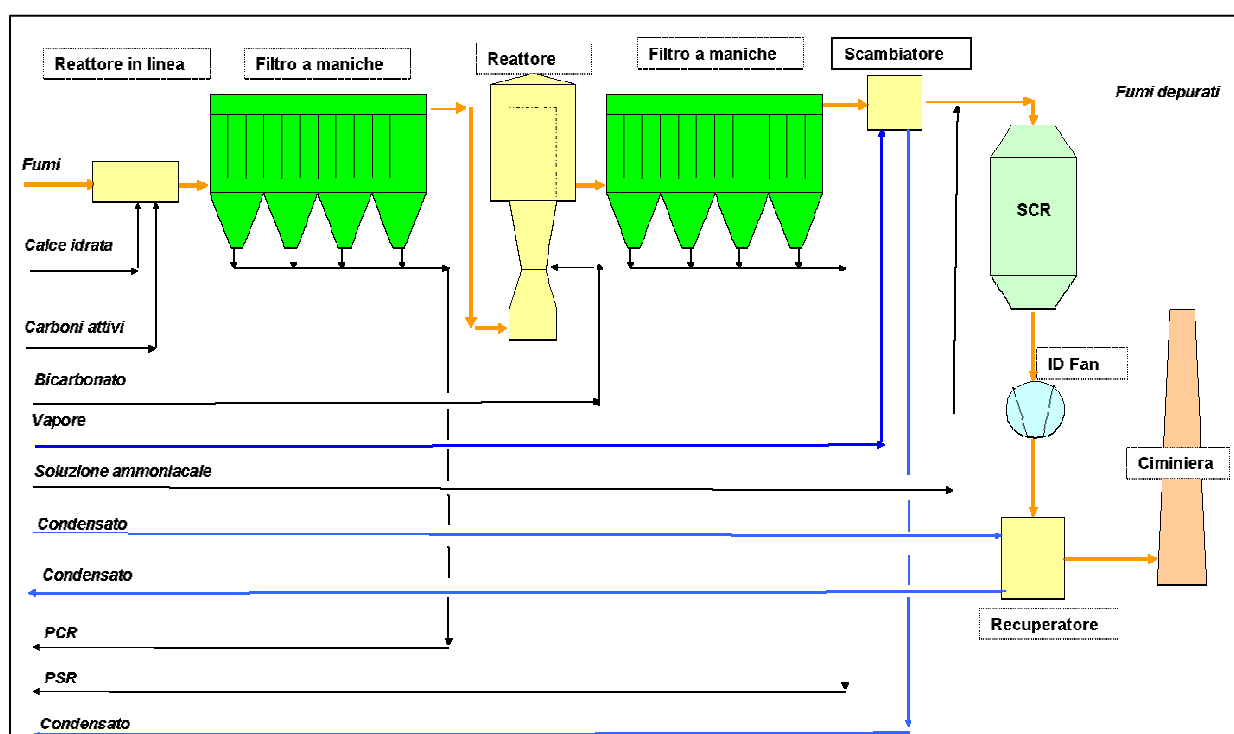
reagenti vengono miscelati ai fumi in appositi reattori, dove, grazie all'intimo contatto tra inquinante e reagente, avvengono le reazioni chimiche ed i processi fisici conseguenti.

L'abbattimento delle polveri viene assicurato da due stadi di filtrazione a maniche in serie.

L'abbattimento di NO_x avviene in due stadi: il primo, di riduzione non catalitica (SNCR - selective non catalytic reduction), mediante l'iniezione di soluzione ammoniacale al 24% nel generatore di vapore, in zona di post combustione; il secondo, di riduzione catalitica (SCR - selective catalytic reduction), iniettando la medesima soluzione nel reattore posto in coda al sistema depurazione fumi (tail end).

La rimozione dei gas acidi avviene grazie ad un duplice sistema a secco con iniezione di calce idrata e di bicarbonato di sodio

L'abbattimento dei metalli pesanti e dei microinquinanti organici viene realizzato mediante l'aggiunta di carboni attivi. L'iniezione può essere effettuata unitamente a quella della calce idrata e, se necessario, a quella del bicarbonato di sodio, per ottimizzare la dispersione all'interno della corrente dei fumi da depurare.



Schema generale del processo

Considerata la loro importanza strategica in termini di presidio ambientale, le apparecchiature di dosaggio e iniezione, unitamente alle linee di trasporto, sono completamente ridondate per garantire la massima disponibilità di funzionamento.

Nei paragrafi seguenti si descrivono nel dettaglio le varie fasi del processo di depurazione fumi.

2.2.3.1 Sistema SNCR con iniezione di soluzione ammoniacale per l'abbattimento degli ossidi di azoto

Il primo trattamento sui fumi avviene nella zona di post-combustione (ZPC), dove essi permangono per più di 2 secondi ad una temperatura superiore a 850 °C. Qui si inietta soluzione

ammoniacale che, reagendo con gli ossidi di azoto, ne permette un primo abbattimento riducendoli ad azoto molecolare e anidride carbonica.

Questo processo è denominato SNCR (Selective Non Catalytic Reduction o Riduzione Selettiva Non Catalitica).

La reazione di base dominante è la seguente:



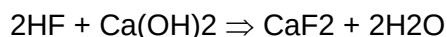
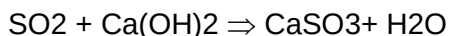
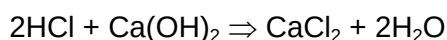
Con questo processo si possono raggiungere gradi di riduzione degli ossidi di azoto tra 50 - 70% senza produzione di inquinanti secondari.

L'iniezione della soluzione ammoniacale nella corrente gassosa avviene mediante delle lance di iniezione posizionate sulle pareti della ZPC del generatore di vapore, in modo da garantire un tempo di residenza minimo e una buona miscelazione dei fumi con il reagente.

2.2.3.2 Sistema a secco con iniezione di calce idrata e carboni attivi e filtro a maniche.

A valle della caldaia si iniettano calce idrata e carboni attivi in polvere in un reattore che ne consente l'intimo contatto con i prodotti della combustione. La calce idrata consente una prima neutralizzazione degli inquinanti acidi, mentre il carbone attivo consente l'abbattimento dei "microinquinanti".

Il dosaggio di calce idrata viene stabilito e regolato automaticamente dal sistema di controllo in funzione della misura degli inquinanti acidi (HCl, SO₂, HF) rilevati nei fumi in ingresso e in uscita al primo stadio di depurazione dal SMP. Le reazioni chimiche fra gli acidi e la calce idrata avvengono in fase gas-solido e portano alla formazione di sali di calcio:



Il dosaggio di carboni attivi può essere regolato automaticamente o in funzione delle misure al camino effettuate dallo SME per portata fumi o concentrazione di mercurio. I carboni attivi consentono l'adsorbimento di diossine (PCDD), furani (PCDF) e metalli pesanti.

A valle del reattore un filtro a maniche (1° filtro) permette il completamento delle reazioni chimico-fisiche e l'abbattimento dei componenti solidi inquinanti dalla corrente gassosa.

I gas di combustione entrano nel filtro, distribuendosi in modo uniforme, ed investono le maniche attraversandole dall'esterno verso l'interno, depositando così sulle superfici esterne le Ceneri Volanti ed i prodotti solidi ottenuti dalle reazioni precedenti, detti Prodotti Calcici di Reazione (PCR).

Sul filtro si crea di conseguenza uno strato di materiale attivo nel quale si completano le reazioni di neutralizzazione e il processo di filtrazione.

Il processo di separazione delle particelle di polvere contenute nei gas mediante tessuto filtrante dipende da numerosi fattori: le forze di massa (inerzia), l'effetto di sbarramento, la diffusione, le forze elettrostatiche e l'adesione.

Per piccoli diametri delle particelle e a velocità di flusso ridotte, i processi di diffusione influenzano la separazione in maniera preponderante.

Ad alte velocità e per grosse particelle prevalgono gli effetti meccanici.

Il grado di filtrazione totale è influenzato dallo spessore dello strato filtrante, dal diametro delle fibre e dal grado di filtrazione della fibra singola, determinato a sua volta dalle dimensioni e dalla velocità della particella.

La filtrazione non è semplicemente una "setacciatura" delle polveri contenute nel fluido gassoso che le tiene in sospensione e le trasporta. Il fenomeno è più comprensibile se lo si pensa in termini probabilistici: se consideriamo una particella delle dimensioni di pochi micron che attraversa la manica, più piccoli e tortuosi sono i "canali" che deve percorrere e maggiori sono le sue dimensioni, minore è la sua velocità e quindi più alta è la probabilità che essa interferisca, meccanicamente o attraverso gli altri meccanismi citati, con il mezzo filtrante.

La permeabilità all'aria, definita come la portata che causa, sulla superficie unitaria, una perdita di carico di 20 mmH₂O, è un indice abbastanza significativo della capacità di trattenimento di un mezzo filtrante; a minore permeabilità corrisponde una maggiore capacità di trattenimento delle polveri.

La capacità di filtrazione dipende:

- dalle caratteristiche della polvere da filtrare;
- dalla velocità di filtrazione;
- dalle caratteristiche del mezzo filtrante.

Le prestazioni del filtro non possono essere precisate né con le dimensioni della più piccola particella filtrabile, (ad esempio fino a 10 micron), né con una efficienza ponderale, (ad esempio 99,9%), dato che la quantità di polvere che esce dipende poco da quanta entra nel filtro: il modo più corretto di definire le prestazioni di un filtro è fornire la concentrazione di polveri in uscita in mg/Nm³.

Altre variabili che influenzano l'efficienza e la stabilità del mezzo sono da ricercare nelle proprietà chimiche e fisiche della fibra tessile, di cui il mezzo filtrante (feltro o tessuto) è composto: fattori di origine chimica e fisica propri del processo agiscono su fibre diverse in modi differenti.

Si noti che la temperatura di esercizio di un filtro deve essere sempre superiore al punto di rugiada della miscela di gas da depolverare: se la temperatura scende sotto il "dew-point" l'acqua in fase vapore contenuta nel gas condensa: le gocce di acqua in fase liquida non solo inumidiscono lo strato di polvere depositato sulle maniche, aumentandone così la resistenza al passaggio dell'aria (e quindi il ΔP del filtro), ma disciolgono anche eventuali composti acidi, causando corrosione su maniche, cestelli porta maniche e carpenteria del filtro.

I prodotti trattenuti sulla superficie filtrante sono separati ed evacuati dal filtro a maniche mediante un sistema di pulizia ad aria compressa sparata in controcorrente al flusso dei fumi di combustione. La sequenza di funzionamento del sistema di pulizia si attiva automaticamente al raggiungimento di una prestabilita differenza di pressione tra monte e valle del filtro, che aumenta all'aumentare dello spessore dello strato sulle maniche. L'azione dell'aria compressa provoca la caduta dei prodotti depositati sulle maniche all'interno dell'involucro dell'apparecchio e l'accumulo in apposite tramogge di raccolta provviste di serrande di tenuta. I prodotti separati da tale stadio di depurazione sono costituiti essenzialmente da ceneri volanti, sali di calcio e carboni attivi esausti. Le tramogge alimentano a loro volta dei trasportatori che convogliano i prodotti ai silos di stoccaggio dedicati.

Una sonda di misura delle polveri (di tipo triboelettrica) a valle di ciascun filtro permette di rilevare, in tempo reale, eventuali danneggiamenti subiti dalle maniche filtranti.

Allo scopo di migliorare l'efficienza della reazione si effettua il ricircolo dei PCR in quanto in essi vi è presente un notevole eccesso di calce idrata che non ha reagito. La quantità di PCR riciclata

deve essere tale che il rapporto fra i PCR riciclati e l'alimentazione fresca di reagente sia circa pari a 3.

2.2.3.3 Sistema a secco con iniezione di bicarbonato di sodio e carboni attivi e filtro a maniche.

A valle del primo filtro è presente un reattore a secco, di tipo verticale, all'interno del quale i gas entrano in contatto con il reagente (bicarbonato di sodio) e, in caso di necessità, con i carboni attivi in polvere. Il bicarbonato di sodio permette di affinare la neutralizzazione degli inquinanti acidi iniziata nella fase precedente. Anche qui, i carboni attivi eventualmente dosati provvedono all'adsorbimento fisico di microinquinanti organici e metalli.

Il bicarbonato di sodio proveniente dal silo di stoccaggio viene prima macinato in un mulino per ottimizzarne la granulometria. Il suo dosaggio è stabilito e regolato automaticamente dal sistema di controllo in funzione della misura degli inquinanti acidi (HCl, SO₂, HF) rilevati al camino dallo SME e in ingresso al secondo stadio di depurazione dal SMP.

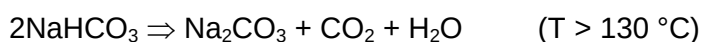
Le reazioni fra gli acidi e il bicarbonato di sodio avvengono in fase gas-solido e portano alla formazione di sali di sodio. Il bicarbonato di sodio (NaHCO₃), a temperature superiori ai 130°C, si trasforma pressoché istantaneamente in carbonato di sodio (Na₂CO₃), liberando nel contempo acqua (H₂O) ed anidride carbonica (CO₂).

Questo rilascio di sostanze in fase gassosa produce due effetti principali:

- la molecola di carbonato di sodio appena formatasi è fortemente porosa;
- il bicarbonato di sodio trasformandosi in carbonato, disponibile per le successive reazioni di neutralizzazione, subisce una naturale riduzione in peso (ca. 37%).
- Ciascuno di questi effetti porta un beneficio ai fini della depurazione:
- l'elevata porosità della molecola di carbonato fa sì che la sua reattività nei confronti degli acidi sia molto grande,
- la riduzione del peso del reagente porta ad una prima diminuzione del contenuto in polveri iniettate nella corrente gassosa e quindi alla conseguente riduzione dei prodotti di reazione.

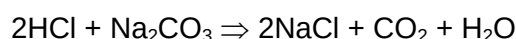
Di seguito sono indicate le reazioni principali che si verificano quando il processo viene applicato alla depurazione di fumi provenienti dalla termodistruzione di rifiuti solidi urbani ed industriali.

La reazione di decomposizione del bicarbonato:



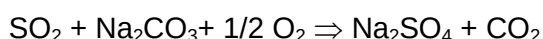
determina la formazione di carbonato di sodio con liberazione di anidride carbonica ed acqua con conseguente riduzione del peso di reagente che è pari al 37%.

La reazione di neutralizzazione dell'HCl:



dà luogo alla formazione di cloruro di sodio, con liberazione di acqua ed anidride carbonica; ciò porta ad un quantitativo di residuo solido di circa il 35% inferiore in peso a quello dei reagenti.

La reazione di neutralizzazione dell'SO₂:



porta alla formazione di solfato di sodio con liberazione di anidride carbonica; in questo caso la riduzione in peso del residuo solido rispetto ai reagenti è di circa il 16%.

Da quanto sopra esposto risulta chiaro che il processo, per le sole qualità intrinseche del suo reagente, si presenta caratterizzato da una grande efficacia abbinata ad una sensibile riduzione dei residui solidi di reazione.

Per fumi derivanti da incenerimento rifiuti la depurazione con bicarbonato consente di ottenere indicativamente le seguenti prestazioni:

- Abbattimento acido cloridrico : 99 %
- Abbattimento anidride solforosa : 95 %
- Abbattimento acido fluoridrico : 95 %

Il bicarbonato di sodio è assolutamente innocuo nei confronti dell'operatore, non presentando alcun rischio al contatto ed alla sua manipolazione in generale.

Inoltre, può essere impiegato in un ampio intervallo di temperatura senza sensibile variazione dell'efficienza della reazione che, sfruttando l'alta reattività del bicarbonato, consente un utilizzo dello stesso in quantità molto prossime allo stechiometrico, rendendo assolutamente superfluo un sistema di ricircolo, in quanto l'efficienza di reazione per singolo passaggio supera il 99%.

Questa caratteristica consente di rimanere notevolmente al di sotto dei limiti in emissione richiesti dalle normative, minimizzando al contempo le quantità di reagente utilizzate.

Successivamente, il secondo filtro a maniche permette di separare i prodotti solidi ottenuti dalle reazioni, detti Prodotti Sodici di Reazione (PSR), essenzialmente costituiti da sali di sodio, e di intercettare le polveri non intercettate dal filtro precedente.

I PSR sono trasportati in silos di stoccaggio per poi essere scaricato in autocisterna ed inviato a recupero. I PSR sono classificati, ai sensi della normativa vigente, come rifiuti pericolosi. Il loro recupero, sebbene parziale, ha pertanto un elevato valore in campo ambientale, riducendo le quantità di tale materiale da inviare a discarica. Il rendimento di recupero ottenibile è variabile in funzione della composizione dei residui a base sodica trattati. In un processo di depurazione fumi con singolo filtro a maniche dai prodotti residui è possibile ottenere un rendimento indicativo di recupero di circa il 90 %. Nel processo con doppio filtro a maniche, come quello da noi proposto, i residui a base sodica sono privi di impurità e quindi da tali prodotti è possibile ottenere rendimenti di recupero che si avvicinano al 100%.

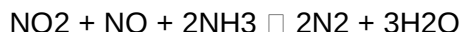
2.2.3.4 Sistema catalitico di riduzione degli ossidi di azoto (SCR).

Prima dell'immissione in atmosfera è presente un sistema di tipo catalitico per la riduzione degli ossidi di azoto (thermal NO_x and fuel NO_x) a bassa temperatura (SCR - Selective Catalytic Reduction).

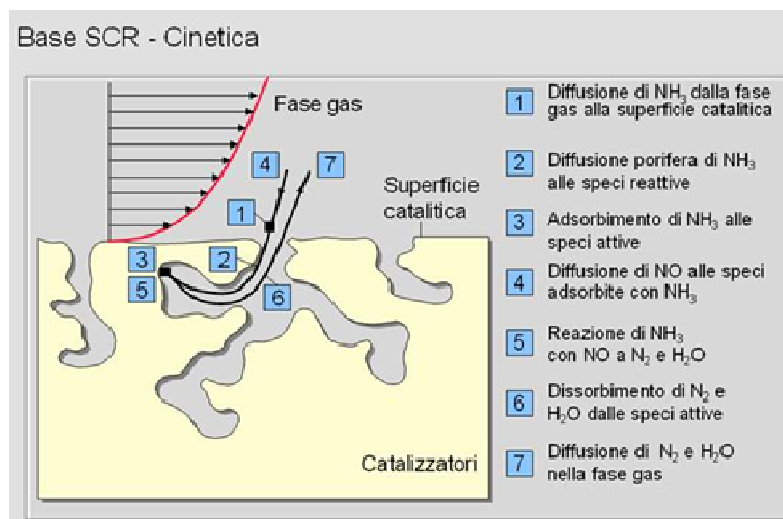
La reazione di riduzione in oggetto avviene iniettando una soluzione ammoniacale al 25% (agente riducente) su un catalizzatore con materiale di substrato in ossido di titanio (TiO₂) e metalli quali vanadio (V), tungsteno (W) e/o molibdeno (Mo) come centri attivi. Il dosaggio della soluzione ammoniacale viene stabilito automaticamente, dal sistema di controllo in funzione della misura degli ossidi di azoto e dello slip di ammoniaca rilevati al camino dallo SME e in uscita al secondo stadio di depurazione dal SMP.

Il sistema proposto è del tipo a nido d'ape. Le reazioni chimiche caratteristiche di riduzione degli ossidi di azoto saranno:





Il meccanismo di reazione della reazione catalitica è schematicamente rappresentato nella seguente figura dove sono rappresentati anche i centri attivi del catalizzatore.



Schematizzazione meccanismo di reazione

La temperatura minima di reazione è limitata dalla presenza di sostanze quali SO_3 , che a contatto con NH_3 , potrebbero originare composti a base di solfato di ammonio che possono depositarsi all'interno del catalizzatore e disattivarlo occupando i centri attivi.

L'influenza della SO_3 è comunque da considerare trascurabile specialmente in sistemi di depurazione come quelli in oggetto che prevedono prima l'iniezione di bicarbonato di sodio.

La disattivazione del catalizzatore ad opera dei sali d'ammonio, rende necessaria la sua rigenerazione mediante un lavaggio, eseguito annualmente durante la manutenzione generale, al fine di ripristinarne l'attività iniziale e allungare la vita utile del catalizzatore stesso.

Il sistema SCR proposto è in grado di funzionare a bassa temperatura (190°C anziché $220 - 260^\circ\text{C}$ usualmente utilizzati) in virtù di un dimensionamento adeguato del catalizzatore e una maggiorazione del volume installato. Questo permette di ridurre i costi energetici di esercizio legati all'innalzamento della temperatura dei fumi a monte del catalizzatore; allo scopo di raggiungere e controllare questa temperatura ed impedire l'esercizio del catalizzatore a temperature inferiori, è previsto uno scambiatore di calore che utilizza vapore proveniente da uno spillamento della turbina.

I composti a base di diossina e furani, eventualmente presenti nei fumi, si ossidano nel catalizzatore trasformandosi in CO_2 , H_2O , HCl e HF , aumentando l'efficienza di abbattimento nei fumi di questi inquinanti.

2.2.3.5 Ventilatori, camini e sistemi di monitoraggio e controllo

Il flusso dei fumi per ciascuna linea è garantito da un ventilatore centrifugo dotato di inverter. I fumi vengono espulsi con forza attraverso il camino ad una altezza e velocità (70 m e 20 m/s) tali da massimizzare i fenomeni di dispersione nell'atmosfera e minimizzare la ricaduta al suolo.

Un sistema di supervisione e controllo (DCS), gestibile dalla sala comando, consente il monitoraggio, comando e controllo di tutte le sezioni d'impianto e dei parametri di processo, garantendone costantemente la sicurezza ed il corretto funzionamento.

Il processo di depurazione fumi è dotato di un Sistema di Monitoraggio di Processo (SMP), che analizza in continuo i fumi grezzi in uscita caldaia ed i fumi in uscita dal primo stadio di depurazione, per ottimizzare l'efficienza del processo in termini sia di concentrazione di inquinanti sia di consumo di reagenti. Infatti, il costante monitoraggio permette di modificare automaticamente ed in tempo reale le impostazioni di dosaggio reagenti, in funzione della qualità dei fumi, prevenendo gli sforamenti.

Un sistema di monitoraggio in continuo delle emissioni (SME), installato su ciascun camino, analizza costantemente tutti i principali parametri, che sono memorizzati e storicizzati secondo le disposizioni legislative nazionali. Allo scopo di garantire la massima disponibilità di funzionamento, è previsto un sistema di monitoraggio di riserva comune alle due linee.

Lo SME è corredato di software previsionale dei valori emissivi ottenibili in funzione dell'andamento istantaneo delle concentrazioni dei vari inquinanti; le informazioni ottenibili da tale software consentono ai conduttori di prevenire eventuali sforamenti, adottando tempestivamente i necessari interventi correttivi.

Nel rispetto della normativa vigente, in caso di superamento di anche uno solo dei limiti previsti per concentrazioni degli inquinanti al camino, interviene il sistema di blocco automatico dell'alimentazione rifiuti al forno, che nega il consenso all'apertura delle valve della benna sulla tramoggia di carico.

Il progetto prevede inoltre l'installazione di un sistema informatico di archiviazione in cui vengono memorizzati i dati grezzi rilevati dagli strumenti. Con tali dati l'autorità di controllo può, in qualsiasi momento, ricostruire il processo di elaborazione dei dati sviluppato nel sistema e verificarne la correttezza.

2.2.3.6 Reagenti e residui della depurazione fumi

I reagenti chimici necessari al processo di depurazione fumi saranno approvvigionati mediante autocisterne e stoccati in opportuni serbatoi (per la soluzione ammoniacale) o silos di stoccaggio (per bicarbonato di sodio, carbone attivo e calce idrata).

I Prodotti Calcici di Reazione (PCR) che residuano dal primo stadio di reazione a secco, unitamente alle ceneri volanti raccolte nelle tramogge del generatore di vapore, saranno stoccati in silos e saranno allontanati dalla centrale tramite automezzi per lo smaltimento.

I Prodotti Sodici di Reazione (PSR) che residuano dal secondo stadio a secco saranno anch'essi stoccati in silos e saranno allontanati dalla centrale tramite automezzi per la rigenerazione.

2.2.4 SISTEMA DI RECUPERO ENERGETICO

Il vapore surriscaldato viene addotto alla turbina a condensazione, dove si espande fino alla pressione di scarico.

La turbina è accoppiata con un alternatore sincrono trifase, che genera energia elettrica a 15 kV, che, a meno della quantità di energia necessaria per gli "autoconsumi" dell'impianto, viene elevata a 132 kV ed immessa nella Rete di Trasmissione Nazionale.

La potenza elettrica erogata dipende dalle condizioni di carico e dalla temperatura dell'aria ambiente, che agisce come fluido raffreddante nel condensatore di vapore. Nelle condizioni di funzionamento nominali, con temperatura ambiente di riferimento pari a 25 °C, la pressione di scarico è pari a 0,10 bar(a) e la potenza elettrica erogata dal generatore è 17,6 MW.

In tutto sono previste tre estrazioni di vapore dalla turbina, di cui due a pressione non controllata (spillamenti) ed uno a pressione controllata (derivazione):

- spillamento a 22 bar(a), per alimentare i preriscaldatori dell'aria comburente ed i postriscaldatori dei fumi, prima del loro ingresso nel catalizzatore per la riduzione degli ossidi di azoto;
- derivazione a 4 bar(a), per alimentare il degasatore, il gruppo del vuoto ed i preriscaldatori dell'aria comburente;
- spillamento ad 1 bar(a), per alimentare lo scambiatore rigenerativo del condensato.

Sui collettori a 22 bar(a) e a 4 bar(a) sono previsti due stacchi per alimentare due futuri scambiatori di calore per teleriscaldamento, con una potenza termica massima complessiva pari a 20 MWt.

I due collettori di vapore, quello a 22 bar(a) e quello a 4 bar(a), possono essere alimentati, oltre che con vapore estratto dalla turbina, anche direttamente dal collettore di Alta Pressione, mediante l'utilizzo di opportuni sistemi di riduzione ed attemperamento vapore. Tali sistemi garantiscono l'alimentazione alle utenze anche durante i transitori e durante le fasi di avviamento, quando la pressione del vapore nei punti di estrazione dalla turbina è inferiore ai valori nominali.

Il vapore esausto in uscita dalla turbina viene raffreddato e condensato in un condensatore ad aria, realizzato con fasci tubieri assemblati a capanna, che opera con una pressione variabile in funzione della temperatura aria esterna, e con temperatura di condensazione pari alla condizione di saturazione del vapore stesso. Un gruppo a vuoto assicura le condizioni ed il grado di vuoto necessario ad ottenere le prestazioni richieste. L'aria ambiente, in qualità di fluido refrigerante, attraversa i fasci tubieri spinta da una batteria di elettroventilatori assiali.

Il condensatore è dimensionato per la condizione di massimo carico rappresentata dall'apertura del bypass di emergenza della turbina. Dopo la rapida chiusura della valvola di ammissione vapore in turbina, il circuito di bypass, dotato di un sistema di riduzione ed attemperamento, invia il vapore direttamente al condensatore e consente pertanto di esercire l'impianto per svolgere la funzione di smaltimento rifiuti anche in caso di indisponibilità del sistema turbogeneratore.

La valvola di bypass turbina viene utilizzata anche in caso di necessità di distacco dalla rete elettrica nazionale e conseguente assetto di funzionamento dell'impianto "in isola": in tal caso, poiché la turbina deve produrre la sola energia necessaria per il funzionamento dell'impianto, la valvola di bypass invia al condensatore il vapore in eccesso.

Il condensato fluisce nel "pozzo caldo", dal quale le pompe di estrazione lo rilanciano al "degasatore"; lungo il percorso, per massimizzare il recupero termico, il condensato subisce tre riscaldamenti intermedi, attraversando altrettanti scambiatori di calore:

- scambiatore "Gland Condenser" per il recupero del calore contenuto nelle condense della turbina;
- scambiatore rigenerativo per il preriscaldamento del condensato con il vapore estratto dalla turbina con lo spillamento a pressione atmosferica;
- scambiatori per il recupero del calore dei fumi in uscita dal sistema DeNOx di ciascuna linea di trattamento fumi.

Un ulteriore recupero energetico a favore del condensato avviene grazie ad uno scambiatore a piastre inserito sul circuito di recupero degli spurghi di caldaia. La modesta portata massica degli spurghi, seppur caratterizzati da un elevato contenuto termico, consente di cedere calore ad una limitata quantità di condensato, appositamente derivata dal circuito di estrazione subito a valle dello scambiatore "Gland Condenser". La temperatura raggiunta dopo lo scambiatore a piastre consente a questa aliquota di condensato di essere inviata direttamente al degasatore.

Nel degasatore vengono rimossi i gas, tipicamente O_2 e CO_2 , presenti nel condensato, il quale poi viene stoccato in un serbatoio da cui attingono le pompe di alimento caldaia.

2.2.5 SISTEMI AUSILIARI AL PROCESSO

Per lo sviluppo del processo principale di combustione dei rifiuti e produzione di energia, l'impianto è dotato dei sistemi ausiliari necessari per un corretto funzionamento ed esercizio, ed in particolare:

- sistema di raffreddamento ad acqua, circolante in circuito chiuso e raffreddata ad aria mediante aerotermo, asservito a tutte le utenze che hanno necessità di fluido di raffreddamento (ad esempio, fluidi di lubrificazione e raffreddamento del turboalternatore, olio di lubrificazione dei compressori aria, ecc.);
- impianto per la produzione, lo stoccaggio e la distribuzione di acqua demineralizzata delle caratteristiche di purezza necessarie all'utilizzo quale fluido di processo;
- gruppo di compressione ed essiccamento per la produzione e la distribuzione di aria compressa di appropriate caratteristiche per gli strumenti e le apparecchiature di impianto a funzionamento pneumatico e per gli utensili pneumatici utilizzati durante le operazioni di manutenzione;
- sistema di captazione da pozzo, stoccaggio e distribuzione dell'acqua necessaria per gli usi industriali e civili di impianto. La gestione del sistema idrico della centrale prevede che tutti gli spurghi, nei vari punti dell'impianto, siano recuperati e riutilizzati laddove il fabbisogno idrico non richieda acqua con particolari caratteristiche;
- sistema di distribuzione di acqua potabile per uso civile, prelevata dall'acquedotto locale;
- sistema di alimentazione gas naturale ai bruciatori ausiliari e di avviamento delle caldaie, collegato alla rete locale di distribuzione;
- sistemi di rilevazione, allarme ed estinzione incendio, genericamente di seguito indicati come impianto antincendio. Il sistema antincendio sarà costituito da una serie di impianti e dall'impiego dei materiali di sicurezza per la protezione passiva rispondenti alla normativa vigente;
- sistemi elettrici di centrale, dedicati alla generazione, alla cessione alla rete esterna di trasmissione ed alla distribuzione interna alle utenze di centrale dell'energia elettrica;
- gruppo elettrogeno di emergenza, per la gestione in sicurezza delle fermate per mancanza di energia elettrica;
- sistema di automazione e controllo, gestibile dalla sala di comando e controllo, costituito dall'insieme di software ed apparecchiature atte a consentire: l'acquisizione e l'archiviazione dei parametri di centrale; l'elaborazione di tali parametri per presentazione all'operatore; l'esecuzione di una serie di azioni automatiche, necessarie a mantenere l'impianto nelle condizioni previste dai vari modi di funzionamento; l'esecuzione di una serie di azioni automatiche al verificarsi di condizioni anomale del processo, necessarie a

limitare l'entità del disservizio e ad evitare danneggiamenti all'impianto; l'esecuzione, da parte dell'operatore, di azioni per la conduzione della centrale. Il sistema acquisirà tutte le grandezze analogiche e digitali necessarie per effettuare quanto sopra in tutte le condizioni di funzionamento.

2.3 DESCRIZIONE DEL LAYOUT DI IMPIANTO

Il presente paragrafo fa riferimento esplicito alle tavole Elaborato 047 - Sistemazione apparecchiature - Piante e Elaborato 048 - Sistemazione apparecchiature – Sezione, dove:

- il campo 1 è relativo alla sala controllo.
- i campi da 2 a 9 sono relativi ai sistemi principali di impianto;
- i campi da 10 a 16 e il 20 ed il 21 sono relativi ai sistemi ausiliari;
- i campi da 17 a 19 sono relativi ai sistemi elettrici;

La lettura congiunta di piante e sezione, unitamente alla tavola Elaborato 041- Fabbricati di impianto - Destinazione locali forniscono le indicazioni complete per comprendere la sistemazione impiantistica delle apparecchiature e dei locali tecnici e di servizio.

Si riporta di seguito una descrizione sintetica degli ambienti e delle apparecchiature in essi installate, nonché dei percorsi principali.

Provenendo dall'ingresso principale e andando in direzione del fabbricato del termovalorizzatore, si trovano tre locali tecnici realizzati nel sotto rampa. Tutti e tre i locali sono accessibili dalla viabilità di impianto e contengono rispettivamente: il sistema di stoccaggio e rilancio (con autoclave) dell'acqua potabile di acquedotto, il locale adibito allo stoccaggio dei materiali di consumo, il sistema di trattamento di superficie dell'acqua di pozzo [20] ed il sistema di stoccaggio e rilancio dell'acqua irrigua.

Attraverso il tunnel posto lungo il lato sud del Fabbricato Avanzfossa ed arrivati in prossimità del portone di accesso dei camion, posto nell'angolo sud-est dello stesso fabbricato, si ha accesso agli ambienti del sottopiazzale.

Nella zona del sottopiazzale si trovano la sala per i sistemi schiumogeni, la sala di produzione, stoccaggio e rilancio dell'acqua demineralizzata [13] e il magazzino. Dalla sala schiumogeni è possibile raggiungere, tramite una scala dedicata, la soprastante sala, con soletta posta a quota +5 m e dotata di pavimento galleggiante, nella quale sono installati i quadri elettrici BT. Dal magazzino è possibile accedere all'adiacente officina.

In adiacenza alla sala di produzione, stoccaggio e rilancio dell'acqua demineralizzata è situata la sala del gruppo elettrogeno di emergenza [18].

Dalla sala quadri elettrici, tramite una passerella pedonale aerea che attraversa la sala acqua demineralizzata, è possibile raggiungere la sala quadri elettrici BT dei servizi ausiliari generali, dotata di pavimento galleggiante e a sua volta collegata, tramite passerelle e scale, alla zona GVG.

Dall'officina è invece possibile raggiungere un secondo magazzino. Dei due magazzini, l'uno è inteso come luogo di stoccaggio dei materiali ingombranti, l'altro per lo stoccaggio di minuteria.

L'officina ha un accesso dedicato lungo il prospetto est del fabbricato, la sala schiumogeni e la sala acqua demineralizzata hanno gli accessi lungo il prospetto ovest. Tutti i portoni hanno dimensioni tali da poter accedere all'interno dei locali con mezzi di servizio.

In adiacenza alla sala acqua demineralizzata, lungo il prospetto ovest, è posizionato il locale del trasformatore dei servizi ausiliari generali [17b], collegato alla relativa sala quadri soprastante, ed è ricavata una sala in cui è installato il quadro di commutazione e smistamento del gruppo elettrogeno.

Accanto a quest'ultimi locali, trovano posto la vasca interrata per lo stoccaggio dell'acqua antincendio e la sala interrata nella quale è installato il gruppo di pompaggio dell'antincendio [21] e relativi accessori.

Il piazzale di scarico è raggiungibile sia dalla rampa sia dalle passerelle pedonali aeree esterne, poste a quota +10 m, che collegano le torri est ed ovest allo stesso piazzale.

Il piazzale ha dimensioni tali da agevolare anche le manovre dei mezzi conferitori di maggiori dimensioni ed è dedicato alle attività di scarico del rifiuto nella fossa.

Entrando nel piazzale dalla rampa, il conducente vede di fronte a sé i portoni per lo scarico del rifiuto, ciascuno associato ad un'apertura del tipo a "bocca di lupo" realizzata a livello del piazzale.

Oltre ai portoni delle bocche di lupo, è presente il portone per l'accesso alla piazzola realizzata appositamente per il corretto svolgimento delle eventuali operazioni di trasferta.

Tramite le torri est ed ovest è possibile raggiungere la quota (+25,15 m) alla quale sono posizionati i principali locali di gestione, controllo, amministrazione e rappresentanza dell'intero impianto.

In particolare, in posizione baricentrica, è posizionata la sala controllo [1]. Da questa, tramite un percorso coperto costituito da ballatoi e scale, si raggiungono le vie di corsa dei carriponte, la sala gruisti [02a] e la sala server del DCS.

Il posizionamento della sala gruisti garantisce agli operatori dei carriponte la massima visibilità delle fosse. In sala gruisti sono installate due poltrone di comando per la gestione del Sistema di Movimentazione Rifiuti (SMR) [02] posto a servizio delle fosse di stoccaggio.

Il SMR è costituito da due carriponte [02b] dotati di benna.

Alle estremità del Fabbricato Fossa, a quota +20,00 m, al suo interno, sono presenti le aree di parcheggio, per le attività di manutenzione ordinaria dei carriponte ed i cali benna, che attraversano verticalmente l'intero fabbricato, sino a condurre al livello della strada per il carico delle benne su mezzi e loro successivo allontanamento, per procedere con le attività di manutenzione straordinaria.

Anche la piazzola trasferta risulta essere a disposizione per le attività di manutenzione delle benne dei carriponte.

Dalla sala gruisti le scale conducono al livello inferiore (+17,30 m) e da questo dei corridoi si dirigono rispettivamente verso ovest e verso est sino a ricollegarsi, tramite collegamenti con scale e passerelle, ai locali posti a quota +15 m nelle ali del Fabbricato Fossa. Tali locali sono poi collegati tramite scale ai sottostanti ambienti posti a quota +10 m.

Pertanto nelle ali del Fabbricato Fossa si ha:

- ala ovest:
 - +10,60 m sala quadri elettrici BT SMR;
 - +15,00 m locale sistema di aspirazione e deodorizzazione fossa [15];
- ala est:
 - +10,60 m laboratorio di analisi e archivio campioni rifiuti;

- +15,60 m sala quadri elettrici BT.

Tutti e quattro i locali, mediante passaggi realizzati all'interno degli attraversamenti verticali dei cali benna, ma separati e protetti rispetto a questi ultimi, sono collegati alle corrispettive quote dei piani di lavoro dell'area GVG.

In tal modo si è realizzato il collegamento tra la zona sopraelevata della sala controllo e le aree operative poste al di là della fossa, accedendo ad un insieme di percorsi che consentono di raggiungere ogni parte interna dell'impianto, a tutti i livelli ed in tutti gli ambienti, senza la necessità di uscire all'esterno del fabbricato termovalorizzatore.

Le sale poste a quota +10 m e + 15 m nelle ali est ed ovest del Fabbricato Fossa sono collegate con i piani di servizio lato Generatore di Vapore a Griglia (GVG) [03], ricavati nello stesso Fabbricato Fossa. In particolare si ha, in ordine del flusso di processo:

- soletta a quota +12,90 m, sulla quale sono installati gli scambiatori [03a] per il preriscaldamento dell'aria primaria con l'acqua di raffreddamento delle griglia;
- soletta a quota +6,50 m, sulla quale sono installati i ventilatori aria di combustione [03b];
- soletta a piano terra, quota +0,10 m, sulla quale sono installati gli scambiatori [03c] per il riscaldamento dell'aria primaria con vapore.

Mentre i primi due livelli sono collegati da scale poste in prossimità dei cali benna, il collegamento tra il livello intermedio ed il piano terra è realizzato tramite delle scale posizionate, da parti opposte del fabbricato, in prossimità della fossa scorie.

I tre livelli sopra descritti, facenti parte del Fabbricato Fossa, sono collegati con i corrispettivi livelli che definiscono orizzontalmente il Fabbricato GVG e le passerelle delle caldaie.

Il livello intermedio a +6,50 m accoglie i Sistemi di Combustione a Griglia (SCG) [03d] dai quali, con sviluppo verticale sino alla quota di circa +31 m, si sviluppano le sezioni radianti [03e] delle caldaie e, in sommità, i corpi cilindrici [03g].

Lo stesso livello a +6,50 m è collegato al piano a quota +10 m posto al di sotto delle sezioni convettive [03f].

Al livello piano terra, nella parte terminale delle griglie, in coda agli estrattori delle scorie, trovano spazio i sistemi di trasporto e deferrizzazione delle scorie [03h], con scarico diretto del materiale ferroso in cassoni scarrabili e delle scorie nella relativa fossa di stoccaggio.

Tra i due sistemi di trasporto e deferrizzazione delle scorie trova sistemazione lo skid di stoccaggio e dosaggio dei reagenti chimici ai corpi cilindrici [11b].

Al di sopra della soletta a +10 m, ad una quota di circa +14 m, per tutta l'estensione longitudinale delle sezioni convettive di caldaia, si sviluppano i sistemi meccanici di trasporto delle ceneri volanti [03i], che terminano nei rispettivi sistemi di elevazione con trasportatori a tazze, che convogliano il materiale nei relativi sili di stoccaggio.

Dal livello a +10 m, tramite percorsi pedonali aerei costituiti da ballatoi e scale, che si sviluppano intorno alle caldaie, è inoltre possibile accedere a tutti i livelli di servizio delle stesse caldaie.

Come sopra descritto, al di sotto delle sezioni convettive di caldaia, per l'intera larghezza del Fabbricato GVG, trova posto l'area scorie, costituita dalla fossa di stoccaggio e dal corridoio per il caricamento dei mezzi utilizzati per il loro allontanamento.

Tali ambienti sono serviti dal Sistema di Movimentazione delle Scorie (SMS) [04], costituito da due carriponte, uno di riserva all'altro, e dalla cabina di manovra degli stessi, dotata di poltrona di comando per il gruista.

A fianco dell'area scorie è posizionata un'area tecnica che si sviluppa su due livelli (+0,10 m e +5 m) ed ospita rispettivamente, da ovest a est:

- piano terra
 - il locale del trasformatore GVG [17c];
 - la sala del Sistema di produzione aria compressa [12a];
 - la sala AT, che ospita il blindato in SF6 [19] ed i relativi quadri di controllo e BT;
 - il locale per lo stoccaggio della soluzione ammoniacale [07];
- piano primo
 - la sala quadri elettrici BT del GVG, di entrambe le linee.

I due piani sono collegati da due scale poste, rispettivamente, tra il locale trasformatore e la sala aria compressa e tra il locale della soluzione ammoniacale e la sala AT. Le scale consentono di raggiungere anche la quota di copertura a +10 m della sala quadri e, quindi, di ricollegarsi all'area occupata dai forni. La scala lato est consente inoltre di accedere al locale interrato posto sotto la sala AT.

Salite le scale e sbarcati al piano a +10 m, si accede all'area, comunicante con quelle delle sezioni convettive di caldaia, destinata agli stoccaggi dei reagenti per il SDF, dei residui dello stesso SDF ed allo stoccaggio dell'aria compressa. In particolare si hanno:

- 2 sili di stoccaggio della calce idrata [06a], posizionati a cavallo della mezzeria del Fabbricato GVG, in prossimità dell'area SDF;
- 1 silos di stoccaggio del bicarbonato di sodio [06b], posizionato in prossimità del lato est del fabbricato;
- 1 silos di stoccaggio del carbone attivo [06c], posizionato in posizione intermedia tra i due stoccaggi precedenti;
- 1 sistema di stoccaggio dell'aria compressa [12b], costituito da 2 serbatoi da 20 m³ ciascuno, posizionati in prossimità del lato ovest del fabbricato e, comunque, in zona baricentrica rispetto alle utenze di impianto e nelle vicinanze dei filtri del SDF, in cui si registrano abitualmente i maggiori consumi di aria compressa;
- 2 sili per lo stoccaggio dei prodotti sodici residui (PSR) [06e], posizionati a cavallo della mezzeria del Fabbricato GVG, in prossimità delle cappe di uscita fumi dalle caldaie;
- 2 sili per lo stoccaggio dei prodotti calcici residui (PCR) [06f] e dei relativi sili di ricircolo, posizionati, rispettivamente, in prossimità dei lati est ed ovest del Fabbricato GVG, in prossimità delle cappe di uscita fumi dalle caldaie.

Al di sotto dei sili di stoccaggio dei residui, per l'intera larghezza del Fabbricato GVG, si sviluppa il corridoio per il caricamento degli stessi sugli automezzi, per il loro successivo allontanamento.

Al di sotto dei sili di stoccaggio dei reagenti, nel sottostante livello posto a quota +0 m, sono posizionati i sistemi di macinazione e rilancio [06d] degli stessi. Nella parte ovest del livello a quota +5 m, trovano sistemazione i quadri elettrici BT delle parti comuni del SDF, in sala dedicata e munita di pavimento galleggiante, e la cabina di monitoraggio di processo.

La scelta di aver collocato i sistemi di stoccaggio all'interno del fabbricato, oltre a contribuire alla continuità ed unità costruttiva ed architettonica del corpo di fabbrica, consente di poter confinare in modo adeguato un'area di impianto con presenza di materiale polveriforme e con la

possibilità di versamenti a terra dello stesso. Infatti, anche in presenza di cadute a terra del materiale pericoloso, essendo l'area confinata, si ha la possibilità di procedere con le attività di aspirazione delle polveri, con adeguati sistemi industriali di pulizia, ed al lavaggio finale dell'area, potendo usufruire di una rete di stoccaggio e distribuzione dell'acqua di lavaggio di impianto e delle relative reti di raccolta con conferimento in vasche chiuse.

Il Fabbricato GVG, strutturalmente ed architettonicamente, termina in corrispondenza dei sili di stoccaggio dei reagenti lasciando il passo, nello sviluppo longitudinale del fabbricato termovalorizzatore, al Fabbricato SDF e ciclo termico.

Le aree di quest'ultimo fabbricato destinate al Sistema Depurazione Fumi (SDF) [05] sono in diretto collegamento con gli ambienti del GVG ed il piano intermedio, posto a quota +7,35 m, è collegato, tramite una scala che si sviluppa da piano terra sino a quota +19 m, ai piani del Fabbricato GVG posti a quota +5 m e +10 m.

Sulla soletta a +7,35 m sono installate le seguenti apparecchiature:

- filtri a maniche del primo stadio [05a];
- reattori verticali [05b];
- filtri a maniche del secondo stadio [05c].

Le tramogge di raccolta dei filtri attraversano la soletta e si raccordano alle apparecchiature poste a quota +0 m, per il trasporto ed il rilancio delle polveri ai sili di stoccaggio. Il piano terra è raggiungibile tramite la scala sopra citata.

A quota piano terra, oltre agli spazi dedicati alle apparecchiature del SDF, sono ricavate due sale per i quadri elettrici BT di ciascuna delle due linee di depurazione e degli ambienti utilizzabili per lo stoccaggio dei big-bags, sia puliti sia già utilizzati ed in attesa di essere portati a smaltimento.

Lo sbarco di sommità della scala, raccordandosi ad un sistema di ballatoi e scale del SDF, consente di raggiungere la sommità dei sistemi di filtrazione e, da questi, il piano di servizio a quota +15 m, posto al di sopra dell'area turbina e ciclo termico. Su tale piano, in prossimità dei lati est ed ovest, si sviluppano orizzontalmente, in direzione del camino, i condotti fumi all'interno dei quali sono installati gli scambiatori per il post-riscaldamento dei fumi [05d]. In posizione centrale, in prossimità della mezzeria, sullo stesso piano a +15 m, è installato il degasatore [09e].

I condotti, a valle degli scambiatori di cui sopra, proseguono e curvano a L verso il basso, introducendosi all'interno di ambienti verticali dedicati ad ospitare, nel tratto discendente, i sistemi di riduzione catalitica degli ossidi di azoto (SCR) [05e] ed i ventilatori di estrazione fumi [05f] e, nel tratto ascendente, i silenziatori [05g] posti sulla mandata dei ventilatori. Raggiunta nuovamente la quota a +15 m, i condotti fumi curvano verso la mezzeria del fabbricato, si raccordano agli scambiatori recuperatori [05h] e si introducono all'interno del Fabbricato Camino, trovando la loro naturale prosecuzione nella canne fumarie [08], ivi installate.

Gli ambienti verticali, all'interno dei quali sono installate le apparecchiature terminali del SDF delle due linee, sono serviti da scale e ballatoi raggiungibile dal piano a quota +15 m, a sua volta collegato tramite una scala al piano inferiore, posto a quota +10 m.

L'ambiente a quota +10 m, a cui si accede provenendo dal piano superiore, ospita le tubazioni principali del ciclo termico ed i sistemi di by-pass del TGV e dei servizi ausiliari [09g], ed è in diretta comunicazione con la sala, che si sviluppa da quota +0,10 m a +15 m, che ospita il turbogeneratore a vapore (TGV) [09a] ed è dotata di un carroponete [09i] per le attività di manutenzione allo stesso TGV.

Il locale tubazioni e by-pass è collegato all'adiacente locale [09h], anch'esso alla quota di +10 m e comunicate con la sala turbina, che è stato ricavato per ospitare gli scambiatori attualmente previsti per il corretto funzionamento del ciclo termico e che prevede gli spazi utili per i futuri scambiatori del teleriscaldamento.

Dai suddetti locali [09g] e [09h] è possibile scendere all'interno della sala turbina tramite una scala che prevede uno sbarco intermedio alla quota di +5 m, che consente di accedere alla sala quadri elettrici MT e del recupero energetico ed a quella dei quadri elettrici BT per le alimentazioni protette di processo.

Nella sala del turbogeneratore a vapore è realizzata anche la vasca interrata per le apparecchiature dei servizi ausiliari del TGV e del ciclo termico. Tale vasca ha il fondo alla quota di -5.50 m ed è raggiungibile tramite la medesima scala sopra descritta che risulta quindi avere uno sviluppo verticale da -5.50 m a +10 m.

La sala del turbogeneratore a vapore è poi collegata all'adiacente locale dove trovano posto le pompe di alimento caldaia [09f], il sistema di campionamento del vapore e delle condense [10] e lo skid di stoccaggio e dosaggio dei reagenti chimici al degasatore [11a].

In corrispondenza degli spigoli nord-est e nord-ovest del Fabbricato SDF e ciclo termico, alla base degli ambienti verticali sopra descritti e separati da questi tramite solette poste alla quota di +5 m, sono ricavate le sale dei ventilatori di estrazione fumi [05f].

Il prospetto nord del fabbricato termovalorizzatore è caratterizzato alla base dai seguenti ambienti:

- locale trasformatore SDF linea 1 [17d]
- locale trasformatore SDF linea 2 [17d]
- locale trasformatore ciclo termico [17e];
- locale a disposizione.

Il medesimo prospetto è dominato al centro dal corpo del Fabbricato camino, che presenta alla base due accessi: uno per la salita ai piani superiori tramite le scale e l'altro per la salita con ascensore.

Sia le scale sia l'ascensore consentono di raggiungere i piani a +5 m e a +10 m dell'adiacente Fabbricato SDF e ciclo termico e, in quota, la sala del sistema di monitoraggio delle emissioni al camino, posta a quota +40 m, e la sala per le attività di prelievo dell'ente di controllo, posta a quota +45 m.

Lungo il lato nord dell'area d'impianto, per agevolare le attività dell'ente di controllo, all'estremità ovest del muro esterno con fontana, è previsto un accesso dedicato per i mezzi.

Da questo, gli operatori dell'ente di controllo hanno la possibilità di raggiungere direttamente la base del camino e di parcheggiare il proprio autoveicolo tra i due elementi verticali costituenti lo stesso camino. Da qui risulta agevole lo scarico delle apparecchiature di analisi dell'ente, il loro caricamento all'interno dell'ascensore e la salita alla quota di prelievo.

In esterno al fabbricato termovalorizzatore, ad est, è posizionata l'area di scambio termico costituita da:

- Sistema di Condensazione Vapore (SCV) [09b], con relativi gruppo del vuoto e pozzo caldo [09c];
- Sistema acqua di raffreddamento in circuito chiuso [14] e relativo aerorefrigerante [14a];

- un'area esterna coperta per l'installazione del sistema di rilancio delle condense dal pozzo caldo [09d] e del sistema di circolazione dell'acqua di raffreddamento [14b];
- un fabbricato, posto a quota del piano di campagna e destinato ad ospitare i quadri elettrici BT dedicati a tale area.

I ventilatori del SCV e l'aerorefrigerante del sistema di raffreddamento sono posizionati alla quota di +10 m e sono sorretti da una struttura a comune realizzata in carpenteria metallica. Il piano di lavoro a +10 m è raggiungibile tramite delle scale che partono da piano di campagna e che risulta accessibile dalla sede stradale, pur restando da essa separate e protette.

In esterno al fabbricato termovalorizzatore, ad ovest, è posizionato il trasformatore elevatore MT/AT [17a].

2.4 INTERFACCE

2.4.1 ALTA TENSIONE

La catena di generazione dell'energia elettrica segue il seguente flusso:

- a) generatore sincrono trifase;
- b) quadro montante MT;
- c) trasformatore elevatore MT/AT;
- d) quadro blindato AT (GIS) trifase, isolato in Esa-Fluoruro di zolfo (SF6) [19];
- e) elettrodotto interrato AT.

La sistemazione impiantistica interna al sedime d'impianto delle apparecchiature sopra elencate (a - d) ha privilegiato gli aspetti di vicinanza reciproca tra le stesse, al fine di minimizzare la lunghezza dei cavi e, conseguentemente, di ridurre le dispersioni di linea ed i costi di installazione.

L'elettrodotto AT costituisce di fatto il collegamento primario alla rete nazionale ed è realizzato in cavo interrato che raggiunge la cabina ENEL in AT 132kV in zona Osmannoro.

2.4.2 ACQUA POTABILE

Il progetto prevede la realizzazione di un sistema di stoccaggio e rilancio dell'acqua di acquedotto.

Tale sistema è installato nel primo dei locali posti sotto la rampa, provenendo dall'ingresso principale, e serve l'intera rete interna di distribuzione dell'acqua potabile ai servizi dislocati nei fabbricati previsti a progetto.

Il contatore di connessione alla rete pubblica di distribuzione sarà ubicato in prossimità del medesimo locale del sistema autoclave di rilancio.

2.4.3 FOGNATURE

Il progetto, con riferimento alla tavole da Elaborato 055 a Elaborato 061, prevede quanto segue:

- vasca di prima pioggia (70 m³) per lo stoccaggio dei primi 5 mm di acque meteoriche dilavanti contaminate ricadenti su strade e piazzali, con successivo svuotamento, dissabbiatura, disoleazione ed invio in fognatura esistente, presso il sifone;
- invio diretto al Canale Colatore Destro delle cosiddette acque di seconda pioggia, assimilabili ad acque meteoriche dilavanti non contaminate;
- invio diretto al Canale Colatore Destro delle acque meteoriche dilavanti non contaminate provenienti dalle coperture degli edifici, previo stoccaggio di una quota parte di esse per riutilizzo nel processo;
- invio diretto al Canale Colatore Destro, con interposizione di pozzetti campione, delle acque contenute nelle vasche seguenti in caso di troppo pieno o svuotamento delle stesse:
 - vasca raccolta acque meteoriche dilavanti non contaminate provenienti dalle coperture dell'edificio termovalorizzatore;
 - vasca raccolta acqua per irrigazione (da coperture o da pozzo);
 - vasca antincendio (da coperture, da pozzo o da acquedotto);
 - vasca di ricircolo per muro d'acqua (da coperture o da pozzo);
- invio in fognatura esistente, presso il sifone, delle acque contenute nelle vasche seguenti in caso di troppo pieno delle stesse:
 - vasca stoccaggio per alimento dell'impianto di produzione dell'acqua demineralizzata;
 - vasca di stoccaggio dell'acqua industriale;
- invio in fognatura esistente, presso il sifone, delle acque reflue derivanti dai servizi igienici del fabbricato servizi;
- invio in fognatura esistente, presso la palazzina servizi dell'impianto di selezione e compostaggio, delle acque reflue derivanti dai servizi igienici del fabbricato pesa.

2.4.4 GAS NATURALE

Il progetto prevede la realizzazione di una cabina di riduzione e misura del gas naturale per i soli usi di processo (bruciatori ausiliari e di avviamento dei GVG).

La suddetta cabina di riduzione e misura è posizionata lungo il lato ovest del fabbricato termovalorizzatore, all'altezza del calo benna ovest, in prossimità della recinzione con l'impianto di disidratazione fanghi.

3 DATI BASE DI PROGETTO

3.1 CARATTERISTICHE DEI RIFIUTI

Il rifiuto prodotto nel contesto provinciale ha la composizione merceologica di seguito riportata:

Frazione merceologica	%	PCI specifico (kcal/kg)	Contributo PCI (kcal/kg)
Organico	20,2	500	101
Verde	6,7	1.450	97
Carta	26,2	3.000	786
Plastica	11,5	6.800	782
Vetro e inerti	6,5	-15	-1
Legno	7,3	3.300	241
Tessili	2,2	3.400	75
Metalli	6,7	-29	-2
RUP	0,2	-29	0
Fine stradale	3,5	0	0
Altro	9,0	1.300	117
Totale	100		2.196

Il valore del potere calorifico medio del rifiuto prodotto nel contesto provinciale risulta quindi pari a circa 2.200 kcal/kg (equivalenti a 9,2 MJ/kg).

Per la progettazione dell'impianto sono stati considerati i seguenti valori di riferimento:

P.C.I.	MJ/kg	kcal/kg
Minimo	8,3	2.000
Progetto	9,5	2.250
Nominale	12,8	3.047
Massimo	16,8	4.000

3.2 CARICO TERMICO

I forni sono progettati per garantire un'elevata elasticità di funzionamento consentendo la combustione di:

- quantitativi orari di rifiuto sensibilmente diversi da quelli nominali;
- tipologie di rifiuto con caratteristiche energetiche sensibilmente diverse da quelle nominali.

In particolare, per ciascuna linea di combustione, le caratteristiche del forno sono le seguenti:

- Carico termico da rifiuto massimo (sovraccarico termico): : 35,9 MW
- Carico termico da rifiuto nominale e di progetto : 32,6 MW
- Carico termico da rifiuto minimo..... : 22,8 MW

3.3 LIMITI DI EMISSIONE

3.3.1 EMISSIONI GASSOSE IN ATMOSFERA

Le emissioni gassose sono costituite dai fumi di scarico del sistema di combustione che hanno attraversato il sistema di depurazione fumi e che vengono rilasciati in atmosfera per mezzo del camino.

Nella tabella seguente sono riportati i seguenti valori delle concentrazioni degli inquinanti nei fumi, a valle del sistema di depurazione fumi:

- i valori limite delle concentrazioni prescritti dalla normativa vigente;
- i valori garantiti delle concentrazioni per l'impianto in oggetto, uguali o inferiori a quelli prescritti dalla normativa vigente;
- i valori delle soglie di attenzione, inferiori a quelli garantiti, ossia valori di concentrazione intesi come soglie di allarme il cui superamento comporta, per il gestore, la segnalazione nella relazione annuale da consegnare agli Enti proposti, attraverso una nota tecnica contenente la descrizione dell'evento, delle possibili cause e degli interventi messi in atto per il ripristino della normalità.

Tali valori sono stati presi a riferimento per la progettazione definitiva dell'impianto. In tabella le concentrazioni, come da norma, sono riferite alle seguenti condizioni di normalizzazione:

- temperatura 273 K;
- pressione 101,3 kPa;
- gas secco;
- tenore di ossigeno nell'effluente gassoso secco pari all'11 % in volume.

Inquinante	udm	Valori limite D.Lgs 46/2014		Valori garantiti		Soglia di attenzione
		Media semioraria	Media giorno	Media semioraria	Media giorno	Media giorno
Polveri totali	mg/Nm ³	30	10	30	5	2
Acido Cloridrico (HCl)	mg/Nm ³	60	10	60	7	2
Acido Fluoridrico (HF)	mg/Nm ³	4	1	4	0,7	0,5
Ossidi Zolfo (espressi come SO ₂)	mg/Nm ³	200	50	200	30	15
Ossidi di Azoto (espressi come NO ₂)	mg/Nm ³	400	200	200	70	50
Sostanze organiche volatili esprese come COT	mg/Nm ³	20	10	20	7	5
Monossido di carbonio (CO)	mg/Nm ³	100	50	100	50	N.A
Ammoniaca (NH ₃)	mg/Nm ³	60	30	30	10	5
Mercurio (Hg)	mg/Nm ³		0,050 (*)		0,050 (*)	0,025 (*)
Cadmio + Tallio (Cd+Tl)	mg/Nm ³		0,050 (*)		0,050 (*)	0,025 (*)
Somma metalli	mg/Nm ³		0,5 (*)		0,5 (*)	0,25 (*)
Idrocarburi policiclici aromatici (IPA)	mg/Nm ³		0,01 (**)		0,01 (**)	0,005 (**)
PCDD+PCDF+PCB - DL	ng/Nm ³		0,1 (**)		0,1 (**)	0,05 (**)

(*) I valori medi sono riferiti ad un periodo di campionamento 1 ora.

(**) I valori medi sono riferiti ad un periodo di campionamento minimo di 6 ore e massimo di 8 ore.

3.3.2 RESIDUI SOLIDI

Come definito nel D.Lgs. 46/2014 le scorie derivanti dal processo di incenerimento non possono presentare un tenore di incombusti totali, misurato come carbonio organico totale, di seguito denominato TOC, superiore al 3 per cento in peso, o una perdita per ignizione superiore al 5 per cento in peso sul secco.

3.3.3 SCARICHI IDRICI

Gli scarichi idrici della centrale devono essere conformi alle prescrizioni di qualità indicate nel D.Lgs. 152/99 e successive modifiche, nonché alla L.R 31 Maggio 2006, n. 20 e relativo regolamento di attuazione. Non è necessario, invece, prendere a riferimento le prescrizioni per le acque reflue derivanti dalla depurazione di effluenti gassosi previste dal D.Lgs. 46/2014, in quanto l'impianto proposto, dotato di processi di depurazione a secco, non produce tale tipologia di reflui. Pertanto le acque di scarico sono costituite da acque meteoriche, acque di lavaggio e acque reflue

domestiche. Eventuali acque reflue industriali (spurghi di processo) non recuperati sono prelevati mediante autocisterna ed avviati allo smaltimento.

3.3.4 EFFICIENZA ENERGETICA

La direttiva 2008/98/CE ed il D.Lgs. 205 del 3 Dicembre 2010 n. 205 definiscono che per gli impianti di incenerimento dei rifiuti solidi urbani, autorizzati dopo il 31 Dicembre 2008, si ha un'operazione di recupero R1 se l'efficienza energetica calcolata come

$$\text{Efficienza energetica} = (E_p - (E_f + E_i)) / (0,97 \times (E_w + E_f))$$

è uguale o superiore a 0,65.

dove:

- E_p = energia annua prodotta sotto forma di energia termica o elettrica. È calcolata sommando il valore dell'energia elettrica prodotta moltiplicato per 2,6 con il valore dell'energia termica prodotta per uso commerciale moltiplicato per 1,1;
- E_f = energia annua introdotta nel sistema dai combustibili che contribuiscono alla produzione di vapore;
- E_w = energia annua introdotta nel sistema dai rifiuti trattati, calcolata in base al potere calorifico inferiore medio dei rifiuti;
- E_i = energia annua importata, escluse E_w ed E_f ;
- 0,97 = fattore corrispondente alle perdite di energia dovute alle ceneri pesanti (scorie) ed alle dispersioni termiche.

L'obiettivo perseguito nel progetto definitivo è quello di realizzare un impianto che abbia i requisiti necessari per essere considerato impianto di recupero di tipo R1 ai sensi delle suddette normative, rispettando il valore di efficienza energetica $\geq 0,65$.

4 PARAMETRI OPERATIVI PRINCIPALI

4.1 PRESTAZIONI

I parametri di prestazione della sezione di recupero energetico sono stati definiti facendo riferimento alla condizione di esercizio che prevede due linee in funzione, operanti alla condizione nominale, individuata da:

- carico termico da rifiuti per ciascuna linea di combustione: 32,6 MW;
- PCI medio dei rifiuti: 12,8 MJ/kg;
- portata di rifiuti alimentata a ciascuna linea di combustione: 9,2 t/h.

Sono stati inoltre presi in considerazione due scenari:

1. Scenario che prevede la produzione di sola energia elettrica;
2. Scenario che prevede la produzione contemporanea di energia elettrica e di energia termica per teleriscaldamento.

Per ottenere questi risultati è stata eseguita una simulazione del processo utilizzando il software "Thermoflex".

I risultati sono stati inoltre confermati dal confronto effettuato con i fornitori dei componenti principali (sistema forno - caldaia, turbogeneratore e condensatore).

In base alla conoscenza delle utenze elettriche, si è calcolato il valore dell'energia elettrica utilizzata nell'esercizio dell'impianto (energia elettrica autoconsumata); tale valore risulta confermato anche dall'esperienza maturata dal Gruppo Hera nell'esercizio di impianti analoghi.

Descrizione		Scenario 1	Scenario 2
NL Linee in esercizio	n	2	2
CC Carico di linea	%	100	100
PCI Potere calorifico inferiore nominale	MJ/kg	12,8	12,8
RU Portata rifiuti (1 linee)	t/h	9,2	9,2
W ₁ Energia termica da rifiuti al forno (1 linea)	MWh/h	32,6	32,6
W ₂ Energia termica da rifiuti al forno (2 linee)	MWh/h	65,2	65,2
W ₃ Energia elettrica prodotta	MWh/h	17,6	12,7
W ₄ Energia elettrica auto consumata	MWh/h	2,6	2,6
W ₅ Energia elettrica ceduta in rete	MWh/h	15,0	10,1

Descrizione		Scenario 1	Scenario 2
W ₆ Energia termica al teleriscaldamento	MWh/h	0,0	20,0
I ₁ Energia elettrica specifica prodotta	MWh/t	0,96	0,69
I ₂ Energia elettrica specifica consumata	MWh/t	0,14	0,14
I ₃ Energia elettrica specifica ceduta	MWh/t	0,82	0,55
q ₁ Energia termica specifica ceduta	MWh/t	0,00	1,09
EEL Rendimento elettrico lordo	%	27,0	19,5
EEN Rendimento elettrico netto	%	22,9	15,5
EPP Rendimento generale di primo principio	%	27,0	50,1

Dove:

$$EEL = W_3/W_2$$

$$EEN = W_5/W_2$$

$$EPP = (W_5 + W_6)/W_2$$

L'impianto è inoltre dotato di un sistema fotovoltaico da 30 kWp, installato sulla copertura delle pensiline del parcheggio autoveicoli dipendenti e visitatori, prospiciente la zona di ingresso.

4.2 CONSUMI

I consumi specifici di reagenti ed acqua attesi, riferiti alla quantità unitaria (1 t) di rifiuto incenerito, sono:

Descrizione	UM	Valore medio annuo
Soluzione ammoniacale al 24%	kg/t	3,6
Calce idrata	kg/t	18,3
Carbone attivo	kg/t	1,3
Bicarbonato di sodio	kg/t	7,3
Acqua di processo escludendo lavaggi e usi civili	m ³ /t	0,35

4.3 RENDIMENTO ENERGETICO SECONDO D.LGS. 205/2010

La Direttiva 2008/98/CE ed il D.Lgs. n. 205 del 3 Dicembre 2010, che la recepisce, definiscono che gli impianti di combustione dei rifiuti solidi urbani svolgono un'operazione di recupero R1 solo se raggiungono un valore di efficienza energetica uguale o superiore a 0,65.

L'efficienza energetica è definita come:

$$\text{Efficienza energetica} = (E_p - (E_f + E_i)) / (0,97 \times (E_w + E_f))$$

dove:

- Ep** energia annua prodotta sotto forma di energia termica o elettrica. È calcolata sommando il valore dell'energia elettrica prodotta moltiplicato per 2,6 con il valore dell'energia termica prodotta per uso commerciale moltiplicato per 1,1;
- Ef** energia annua introdotta nel sistema dai combustibili che contribuiscono alla produzione di vapore;
- Ew** energia annua introdotta nel sistema dai rifiuti trattati, calcolata in base al potere calorifico inferiore medio dei rifiuti;
- Ei** energia annua importata, escluse Ew ed Ef;
- 0,97** fattore corrispondente alle perdite di energia dovute alle ceneri pesanti (scorie) ed alle dispersioni termiche.

Nella tabella seguente sono riportati i valori di alcuni parametri, espressi come media oraria, che concorrono al calcolo dell'efficienza energetica dell'impianto, valutati nell'ipotesi che prevede la produzione di sola energia elettrica.

Parametro	u.m.	Valore
Energia termica introdotta con i rifiuti	MWh/h	65,2
Energia elettrica prodotta nominale	MWh/h	17,6
Energia elettrica consumata complessiva	MWh/h	2,62
Energia elettrica consumata processo	MWh/h	2,38
Energia elettrica consumata per utenze non di processo	MWh/h	0,24
Consumo di vapore per SCR, da spillamento turbina	t/h	3,9
Energia termica specifica ceduta dal vapore	MJ/t	2.302

Si precisa che il valore dell'energia elettrica consumata per utenze non di processo è stato stimato considerando le seguenti utenze :

- impianti di illuminazione e forza motrice,
- impianti di climatizzazione e condizionamento.

calcolato considerando l'energia elettrica consumata per i servizi di processo all'interno del valore di energia importata.

Di seguito viene riportato il calcolo eseguito in piena coerenza con quanto espresso dal documento *"Guidelines on the interpretation of the R1 energy efficiency formula for incineration facilities dedicated to the processing of municipal solid waste according to Annex II of Directive*

2008/98/EC on Waste”, riferendosi alla tabella sottostante, di cui alle pag. 31 e 32 del documento stesso, per i seguenti casi:

- Caso 1 – 136.760 t/anno di rifiuti con Pci 12.757 kJ/kg
- Caso 2 – 136.760 t/anno di rifiuti con Pci 9.500 kJ/kg
- Caso 3 – 198.400 t/anno di rifiuti con Pci 9.500 kJ/kg

Caso 1 – 136.760 t/anno di rifiuti con Pci 12.757 kJ/kg

	Type of energy	unit	amount	NCV [(kJ/unit)]	energy Ex [MWh]
1.1	amount of incinerated waste	tonne	136.760	12.757	484.624
1.2	amount of incinerated sewage sludge				
1.3	amount used activated carbone incinerated				
1	Ew: energy input to the system by waste				484.624
2.1	Ef1: amount of light fuel oil for start up (after connection with steam grid)	litre			
2.2	Ef2: amount of light fuel oil for start up (after connection with steam grid)	litre			
2.3	Ef3: amount of natural gas for start up and keeping incineration temperature (1)	Nm ³	300.000	34.500	2.875
2	S Ef: energy input by imported energy with steam production				2.875
3.1	Ei1: amount of light fuel oil for start up/shut down (no connection with stem grid)	litre			
3.2	Ei2: natural gas for heating up of flue gas temperature for SCR and start up/shut down (1)	Nm ³	300.000	34.500	2.875
3.3	Ei3: imported electricity (multiplied with equivalence factor 2.6)	MWh			
3.4	Ei4: imported heat (multiplied with equivalence factor 1.1)	MWh			
3	S Ei: energy input by imported energy without steam production				2.875
4.1	E _{pel} internal used : electricity produced and internally used for the incineration process (2)	MWh			17.665
4.2	E _{pel} exported : electricity delivered to a third party (3)	MWh			110.979
4	S E_{pel} produced = E_{pel} internal used + E_{pel} exported				128.644
5.1	E _{ph} exp.1: steam delivered to a third party without backflow as condensate	MWh	0		0
5.2	E _{ph} exp.2: district heat delivered to a third party with bacflow ass condensate (hot water)	MWh	0		0
5	S E_{ph} exported = E_{ph} exp.1 + E_{ph} exp.2				0
6.1	E _{ph} int.used1 : for steam driven turbo pumps for boiler water, backflow as steam				
6.2	E _{ph} int.used2 : for heating up of flue gas with steam, backflow as condensate (4)	tonne	28.988	2.302	18.536
6.3	E _{ph} int.used4 : for concentration of liquid APC residues with ssteam, backflow as condensate				
6.4	E _{ph} int.used5 : for soot blowing without backflow as steam or condensate				
6.5	E _{ph} int.used7 : for heating purposes of buildings/instruments/silos, backflow as condensate				
6.6	E _{ph} int.used8 : for deaeration-demineralization with condensate as boiler water input				
6.7	E _{ph} int.used9 : for NH4OH (water) injection without backflow as steam or condensate				
6	S E_{ph} int.used = S E_{ph} int.used1-9				18.536
	Ep = 2,6*(S E_{pel} int.used + S E_{pel} exported) + 1,1*(S E_{ph} int.used + S E_{ph} exported)	MWh	354.863		
	R1 = (Ep - (Ef+Ei))/(0,97(Ew + Ef))		0,738		

Note

(1) Il consumo di gas naturale è stato valutato sulla base dell'esperienza maturata nella gestione di impianti simili, dalla quale risulta pari a ca. 4,4 Nm³/t di rifiuto, corrispondenti a ca. 600.000 Nm³/anno.

Di cui, in accordo a quanto previsto al paragrafo 3.5 delle *Guidelines* soprarichiamate:

- 300.000 Nm³/anno contribuiscono alla produzione di vapore;
- 300.000 Nm³/anno non contribuiscono alla produzione di vapore.

(2) L'energia elettrica annua complessivamente prodotta è pari all'energia termica immessa con i rifiuti (484.624 MWh/anno) moltiplicata per il rendimento elettrico lordo (27%) e risulta essere 130.848 MWh/anno. L'energia elettrica annuale prodotta ed utilizzata internamente

per usi di processo di incenerimento è pari a ca. il 13,5% (**2,38 [MWh/h]/17,6 [MWh/h]** x 100) dell'energia elettrica complessivamente prodotta e risulta essere 17.665 MWh/anno.

(3) L'energia elettrica annuale esportata è pari a è pari all'energia termica immessa con i rifiuti (484.624 MWh/anno) moltiplicata per il rendimento elettrico netto (22,9%) e risulta essere 110.979 MWh/anno.

(4) Il consumo di vapore (22 bar @ 340 °C) per il riscaldamento dei fumi è stato calcolato sulla base del consumo specifico pari a ca. 0,06 $t_{\text{vapore}}/\text{MWh}_{\text{termico}}$ di rifiuto (**3,9 [t/h]/65,2 [MW]**) e risulta essere 28.988 t/anno.

Il coefficiente R1 in coerenza alle "Guidelines", in questo caso, risulta pertanto pari a 0,738.

Caso 2 – 136.760 t/anno di rifiuti con Pci 9.500 kJ/kg

	Type of energy	unit	amount	NCV [(kJ/unit)]	energy Ex [MWh]
1.1	amount of incinerated waste	tonne	136.760	9.500	360.894
1.2	amount of incinerated sewage sludge				
1.3	amount used activated carbone incinerated				
1	Ew: energy input to the system by waste				360.894
2.1	Ef1: amount of light fuel oil for start up (after connection with steam grid)	litre			
2.2	Ef2: amount of light fuel oil for start up (after connection with steam grid)	litre			
2.3	Ef3: amount of natural gas for start up and keeping incineration temperature (1)	Nm ³	300.000	34.500	2.875
2	S Ef: energy input by imported energy with steam production				2.875
3.1	Ei1: amount of light fuel oil for start up/shut down (no connection with stem grid)	litre			
3.2	Ei2: natural gas for heating up of flue gas temperature for SCR and start up/shut down (1)	Nm ³	300.000	34.500	2.875
3.3	Ei3: imported electricity (multiplied with equivalence factor 2.6)	MWh			
3.4	Ei4: imported heat (multiplied with equivalence factor 1.1)	MWh			
3	S Ei: energy input by imported energy without steam production				2.875
4.1	Epel internal used : electricity produced and internally used for the incineration process (2)	MWh			13.155
4.2	Epel exported : electricity delivered to a third party (3)	MWh			82.645
4	S Epel produced = Epel internal used + Epel exported				95.799
5.1	Epheat exp.1: steam delivered to a third party without backflow as condensate	MWh	0		0
5.2	Epheat exp.2: district heat delivered to a third party with bacflow ass condensate (hot water)	MWh	0		0
5	S Epheat exported = Epheat exp.1 + Epheat exp.2				0
6.1	Epheat int.used1 : for steam driven turbo pumps for boiler water, backflow as steam				
6.2	Epheat int.used2 : for heating up of flue gas with steam, backflow as condensate (4)	tonne	21.587	2.302	13.804
6.3	Epheat int.used4 : for concentration of liquid APC residues with ssteam, backflow as condensate				
6.4	Epheat int.used5 : for soot blowing without backflow as steam or condensate				
6.5	Epheat int.used7 : for heating purposes of buildings/instruments/silos, backflow as condensate				
6.6	Epheat int.used8 : for deaeration-demineralization with condensate as boiler water input				
6.7	Epheat int.used9 : for NH4OH (water) injection without backflow as steam or condensate				
6	S Epheat int.used = S Epheat int.used1-9				13.804
	Ep = 2,6*(S Epel int.used + S Epel exported) + 1,1*(S Epheat int.used + S Epheat exported)	MWh	264.263		
	R1 = (Ep - (Ef+Ei))/(0,97(Ew + Ef))		0,733		

Note

(1) Il consumo di gas naturale è stato valutato sulla base dell'esperienza maturata nella gestione di impianti similari, dalla quale risulta pari a ca. 4,4 Nm³/t di rifiuto, corrispondenti a ca. 600.000 Nm³/anno.

Di cui, in accordo a quanto previsto al paragrafo 3.5 delle *Guidelines* soprarichiamate:

- 300.000 Nm³/anno contribuiscono alla produzione di vapore;

- 300.000 Nm³/anno non contribuiscono alla produzione di vapore.

- (2) L'energia elettrica annua complessivamente prodotta è pari all'energia termica immessa con i rifiuti (360.894 MWh/anno) moltiplicata per il rendimento elettrico lordo (27%) e risulta essere 97.441 MWh/anno. L'energia elettrica annuale prodotta ed utilizzata internamente per usi di processo di incenerimento è pari a ca. il 13,5% dell'energia elettrica complessivamente prodotta e risulta essere 13.155 MWh/anno.
- (3) L'energia elettrica annuale esportata è pari a è pari all'energia termica immessa con i rifiuti (360.894 MWh/anno) moltiplicata per il rendimento elettrico netto (22,9%) e risulta essere 82.645 MWh/anno.
- (4) Il consumo di vapore (22 bar @ 340 °C) per il riscaldamento dei fumi è stato calcolato sulla base del consumo specifico pari a ca. 0,06 t_{vapore}/MWh_{termico di rifiuto} e risulta essere 21.587 t/anno.

Il coefficiente R1 in coerenza alle "Guidelines", in questo caso, risulta pertanto pari a 0,733.

Caso 3 - 198.400 t/anno di rifiuti con Pci 9.500 kJ/kg

	Type of energy	unit	amount	NCV [(kJ/unit)]	energy Ex [MWh]
1.1	amount of incinerated waste	tonne	198.400	9.500	523.556
1.2	amount of incinerated sewage sludge				
1.3	amount used activated carbone incinerated				
1	Ew: energy input to the system by waste				523.556
2.1	Ef1: amount of light fuel oil for start up (after connection with steam grid)	litre			
2.2	Ef2: amount of light fuel oil for start up (after connection with steam grid)	litre			
2.3	Ef3: amount of natural gas for start up and keeping incineration temperature (1)	Nm ³	435.000	34.500	4.169
2	S Ef: energy input by imported energy with steam production				4.169
3.1	Ei1: amount of light fuel oil for start up/shut down (no connection with stem grid)	litre			
3.2	Ei2: natural gas for heating up of flue gas temperature for SCR and start up/shut down (1)	Nm ³	435.000	34.500	4.169
3.3	Ei3: imported electricity (multiplied with equivalence factor 2.6)	MWh			
3.4	Ei4: imported heat (multiplied with equivalence factor 1.1)	MWh			
3	S Ei: energy input by imported energy without steam production				4.169
4.1	Epel internal used : electricity produced and internally used for the incineration process (2)	MWh			19.084
4.2	Epel exported : electricity delivered to a third party (3)	MWh			119.894
4	S Epel produced = Epel internal used + Epel exported				138.978
5.1	Epheat exp.1: steam delivered to a third party without backflow as condensate	MWh	0		0
5.2	Epheat exp.2: district heat delivered to a third party with bacflow ass condensate (hot water)	MWh	0		0
5	S Epheat exported = Epheat exp.1 + Epheat exp.2				0
6.1	Epheat int.used1 : for steam driven turbo pumps for boiler water, backflow as steam				
6.2	Epheat int.used2 : for heating up of flue gas with steam, backflow as condensate (4)	tonne	31.317	2.302	20.025
6.3	Epheat int.used4 : for concentration of liquid APC residues with ssteam, backflow as condensate				
6.4	Epheat int.used5 : for soot blowing without backflow as steam or condensate				
6.5	Epheat int.used7 : for heating purposes of buildings/instruments/silos, backflow as condensate				
6.6	Epheat int.used8 : for deaeration-demineralization with condensate as boiler water input				
6.7	Epheat int.used9 : for NH4OH (water) injection without backflow as steam or condensate				
6	S Epheat int.used = S Epheat int.used1-9				20.025
	Ep = 2,6*(S Epel int.used + S Epel exported) + 1,1*(S Epheat int.used + S Epheat exported)	MWh	383.370		
	R1 = (Ep - (Ef+Ei))/(0,97(Ew + Ef))		0,733		

Note

(5) Il consumo di gas naturale è stato valutato sulla base dell'esperienza maturata nella gestione di impianti simili, dalla quale risulta pari a ca. $4,4 \text{ Nm}^3/\text{t}$ di rifiuto, corrispondenti a ca. $870.000 \text{ Nm}^3/\text{anno}$.

Di cui, in accordo a quanto previsto al paragrafo 3.5 delle *Guidelines* soprarichiamate:

- $435.000 \text{ Nm}^3/\text{anno}$ contribuiscono alla produzione di vapore;
- $435.000 \text{ Nm}^3/\text{anno}$ non contribuiscono alla produzione di vapore.

(6) L'energia elettrica annua complessivamente prodotta è pari all'energia termica immessa con i rifiuti ($523.556 \text{ MWh}/\text{anno}$) moltiplicata per il rendimento elettrico lordo (27%) e risulta essere $141.360 \text{ MWh}/\text{anno}$. L'energia elettrica annuale prodotta ed utilizzata internamente per usi di processo di incenerimento è pari a ca. il 13,5% dell'energia elettrica complessivamente prodotta e risulta essere $19.084 \text{ MWh}/\text{anno}$.

(7) L'energia elettrica annuale esportata è pari a è pari all'energia termica immessa con i rifiuti ($523.556 \text{ MWh}/\text{anno}$) moltiplicata per il rendimento elettrico netto (22,9%) e risulta essere $119.894 \text{ MWh}/\text{anno}$.

(8) Il consumo di vapore (22 bar @ 340°C) per il riscaldamento dei fumi è stato calcolato sulla base del consumo specifico pari a ca. $0,06 \text{ t}_{\text{vapore}}/\text{MWh}_{\text{termico di rifiuto}}$ e risulta essere $31.317 \text{ t}/\text{anno}$.

Il coefficiente R1 in coerenza alle “Guidelines”, in questo caso, risulta pertanto pari a 0,733.

Inoltre si precisa che, successivamente alla presentazione della domanda di autorizzazione, è entrato in vigore il Decreto del Ministero dell'Ambiente D.M. 7 agosto 2013, che regola il calcolo del coefficiente R1, tenendo in considerazione il fattore climatico ed introducendo un fattore correttivo KC, dipendente dall'area climatica nella quale insiste l'impianto.

Per effetto del decreto, la formula di calcolo del coefficiente di efficienza energetica diventa:

$$\text{Efficienza energetica} = [E_p - (E_f + E_i)] / [0,97 * (E_w + E_f)] * (KC)$$

Dove:

$KC = 1$	se $HDDLLT > 3.350$
$KC = (-0,382/1.200) * HDDLLT + 2,0665$	se $2.150 < HDDLLT < 3.350$
$KC = 1,382$	se $HDDLLT < 2.150$

Nel caso in esame il valore di HDDLLT (grado di riscaldamento locale a lungo termine) è stato calcolato a partire dai dati trentennali (1 Gennaio 1983 - 31 Dicembre 2012) delle temperature giornaliere minime e massime della stazione meteorologica di Peretola, ottenuti ufficialmente da parte dell'Aeronautica Militare, e risulta pari a 1.489,5.

Di conseguenza il valore di KC risulta pari a 1,382.

Alla luce del decreto DM 7 agosto 2013 ed in coerenza alle “Guidelines”, in tutti i casi considerati, il coefficiente R1 risulta essere superiore a $0,73 * 1,382 > 1,01$.

Pertanto l'impianto proposto risulta svolgere un'operazione di recupero R1, in accordo alle prescrizioni del D.Lgs. n. 205 del 3 Dicembre 2010, in quanto il valore dell'efficienza energetica calcolato risulta essere ampiamente superiore a 0,65.

Si evidenzia, inoltre, che il valore dell'efficienza energetica risulterà ulteriormente incrementato, in caso di produzione contemporanea di energia elettrica e di energia termica per teleriscaldamento.

4.4 PARAMETRI AMBIENTALI

4.4.1 EMISSIONI GASSOSE IN ATMOSFERA

I fumi in uscita dal camino da ciascuna linea di termovalorizzazione hanno le seguenti caratteristiche:

- portata fumi massima secca riferita all'11% di ossigeno : 85.000 Nm³/h
- temperatura : 140 °C

I valori operativi di riferimento delle concentrazioni degli inquinanti nei fumi, a valle del sistema di depurazione fumi, sono riportati al paragrafo 3.3.1.

4.4.2 RESIDUI SOLIDI E REFLUI LIQUIDI

I residui solidi del processo di incenerimento rifiuti, la relativa classificazione ai sensi della normativa vigente e le loro destinazioni sono indicate nella tabella seguente.

Sono ivi riportate anche le medesime informazioni per i reflui liquidi, confinati in vasca chiusa, derivanti dal lavaggio delle aree di lavoro.

Residuo	Codice CER	Classificazione	Destinazione
Scorie	19 01 12	Non pericoloso	A smaltimento o a recupero
Materiali ferrosi estratti da ceneri pesanti	19 01 02	Non pericoloso	A recupero
Ceneri volanti e residui dal primo stadio di filtrazione (PCR)	19 01 05	Pericoloso	A smaltimento
Reflui liquidi da vasche confinate	19 01 06	Pericoloso	A smaltimento
Residui dal secondo stadio di filtrazione (PSR)	19 01 07	Pericoloso	A recupero

Di seguito vengono riportate le quantità di residui per tonnellata di rifiuto incenerito:

Residuo da incenerimento	UM	Valore
Scorie	kg/t	180
Ceneri Volanti e residui primo stadio di filtrazione	kg/t	46
Residui del secondo stadio di filtrazione	kg/t	5

4.4.3 ACQUE REFLUE

Le acque reflue derivanti dall'impianto sono riportate nel seguente elenco:

- a) Acque reflue di processo derivanti dalla produzione di acqua demineralizzata;
- b) Acque reflue di processo derivanti da spurghi del ciclo termico;
- c) Acque di lavaggio dei fabbricati;
- d) Acque provenienti dai servizi igienici;

La configurazione impiantistica dell'impianto è tale da massimizzare il recupero degli scarichi liquidi di processo di cui alle lettere a) e b), pertanto le stesse saranno riutilizzate ove necessario e dove il processo richieda l'uso di acqua senza caratteristiche particolari (ad esempio spegnimento scorie).

5 SEZIONE IMPIANTISTICA DI ACCESSO, SCARICO E STOCCAGGIO DEI RIFIUTI

5.1 GENERALITÀ

La sezione impiantistica di accesso, scarico e stoccaggio dei rifiuti è strutturata e organizzata per:

- minimizzare gli effetti sull'ambiente delle attività svolte;
- prevenire i rischi per la salute e la sicurezza dei lavoratori e i rischi di incendio;
- consentire l'attuazione delle procedure e delle precauzioni gestionali relative al controllo e all'accettazione qualitativa e quantitativa dei rifiuti in ingresso minimizzando, nel contempo, il traffico ed i tempi di attesa degli automezzi di conferimento;
- eseguire, archiviare e rendere tracciabili tutte le attività inerenti i flussi in ingresso ed in uscita di rifiuti e prodotti, utilizzando software di gestione integrati con i sistemi utilizzati dal Gestore d'Ambito e con il sistema nazionale SISTRI;
- impedire emissioni di cattivi odori, polvere e rumore dalle aree e dagli ambienti di movimentazione e stoccaggio dei rifiuti;
- garantire, in sicurezza e mediante sistemi automatizzati di gestione e controllo, lo scarico di più mezzi contemporaneamente e di tutte le tipologie e taglie di mezzi;

- in caso di temporanea indisponibilità dell'impianto, garantire una capacità di stoccaggio adeguata per consentire l'utilizzo dell'impianto anche come semplice stazione di trasferimento, preservando in ogni caso le matrici ambientali da possibili contaminazioni;
- massimizzare l'affidabilità funzionale e garantire la flessibilità gestionale in termini di assetti operativi e in fase manutentiva.

Il sistema comprende gli impianti che riguardano la fase di conferimento, di accettazione e di stoccaggio dei rifiuti fino alla sezione di combustione.

Il sistema si compone di:

- un sistema di rilevazione radioattività;
- un sistema di gestione dei flussi con tre stazioni automatiche di pesatura, di cui due per i flussi di ingresso ed uscita poste nell'area del varco d'ingresso principale, ed una ausiliaria per i flussi in uscita posta in prossimità del varco Est;
- una avanfossa chiusa per la manovra degli automezzi allo scarico;
- una fossa per il ricevimento e lo stoccaggio;
- un'area dedicata alla trasferimento dei rifiuti;
- un'area utilizzabile per il campionamento dei rifiuti;
- un sistema di aspirazione e trattamento aria di emergenza.

5.2 DESCRIZIONE DEL SISTEMA

L'obiettivo del progetto è la realizzazione di un impianto automatico di gestione e automazione degli ingressi/uscite di rifiuti e prodotti. Il cuore operativo del sistema è il software di gestione che verrà collegato ai vari dispositivi necessari per l'automazione.

L'accesso e l'uscita degli automezzi per il conferimento di rifiuti avviene attraverso l'ingresso principale dell'impianto posto a Nord-Ovest. In alternativa, i soli automezzi in uscita potranno, in caso di necessità, fruire anche del varco di sola uscita posto sul confine Est dell'impianto. Il quadro degli accessi per i mezzi di conferimento rifiuti è completato da un varco sul confine Ovest per l'interscambio diretto con l'esistente impianto di selezione e compostaggio.

L'ingresso principale è presidiato dal personale di guardiania e dagli operatori del sistema di controllo ed accettazione ed è dotato di cancello automatico equipaggiato con telecamere a circuito chiuso. Il varco ausiliario posto ad Est dell'impianto è anch'esso dotato di cancello automatico e telecamere a circuito chiuso, ed è comandato a distanza dal medesimo personale. Il varco di interscambio sul confine Ovest è dotato di cancello manuale.

Il lay-out dell'area di ingresso e di accettazione è studiato per minimizzare le interferenze tra le diverse tipologie di traffico e minimizzare i tempi di attesa. Per evitare intasamenti alla pesa in ingresso, all'esterno, lungo la strada principale che corre parallelamente al confine Nord, sono previste:

- una corsia di incolonnamento/attesa degli automezzi già registrati nel database del software di gestione automatizzata;
- un'area di attesa dei mezzi che devono preventivamente essere inseriti e registrati nel database.

Lungo la strada principale esterna, la segnaletica stradale invita gli automezzi già autorizzati ad incolonnarsi nell'apposita corsia esterna, posizionata in modo da non intralciare il flusso del traffico diretto agli altri insediamenti industriali del Polo Case Passerini. La corsia consente l'incolonnamento di circa 5 automezzi all'esterno dell'impianto. La coda è gestita, tramite un pannello luminoso, direttamente dal sistema, che tiene conto del numero massimo di mezzi che possono trovarsi contemporaneamente all'interno dell'impianto. All'uscita di un mezzo il sistema ne consente l'ingresso di uno nuovo. Ovviamente, l'operatore ha sempre la possibilità di visualizzare messaggi spot sul display esterno e di agire direttamente sul sistema aumentando o diminuendo la quantità di camion contemporaneamente presenti all'interno dell'impianto.

Gli automezzi sconosciuti al sistema, e che devono pertanto seguire la procedura di inserimento nel database prima di accedere all'impianto, sono invece invitati dalla segnaletica stradale ad attendere il proprio turno nell'area esterna dedicata. Per evitare che i maggiori tempi necessari per espletare le procedure di registrazione possano creare intralci ai conferimenti, in questa area è presente un terminale con lo specifico scopo di identificare e registrare cronologicamente l'arrivo dei mezzi direttamente dall'esterno. Il camionista deve semplicemente interagire con un apposito display touchscreen e, in caso di necessità, può parlare direttamente con l'operatore di pesa tramite un citofono. Al termine della procedura di registrazione, l'ingresso dei camion viene autorizzato e disciplinato tramite un pannello esterno collocato nell'area di parcheggio.

La procedura descritta consente di gestire facilmente ed in maniera automatica il flusso di tutti gli automezzi, siano essi conferitori di rifiuti oppure destinati al carico/scarico dei prodotti chimici e dei materiali di risulta dell'impianto.

Gli automezzi, dopo essere stati singolarmente autorizzati all'ingresso attraverso i suddetti pannelli, possono varcare il cancello di ingresso, a valle del quale la viabilità interna all'impianto prevede:

- una corsia per l'accesso dei veicoli aziendali e dei fornitori che non sono soggetti a pesatura e controllo radiometrico;
- una corsia per l'accesso degli automezzi soggetti a pesatura e controllo;
- una corsia comune di uscita.

All'ingresso, gli automezzi di conferimento rifiuti vengono sottoposti al controllo radiometrico ed alle procedure di accettazione qualitativa e quantitativa da parte degli operatori dell'ufficio controllo e pesatura; il tratto di corsia compreso tra il cancello di ingresso e la stazione di pesatura funge anche da corsia di incolonnamento per circa 2 automezzi, senza che ciò arrechi intralcio al traffico non soggetto a controllo.

Immediatamente prima della stazione di pesatura, i mezzi transitano obbligatoriamente attraverso un sistema a portale per la rilevazione della radioattività, dimensionato per consentire la scannerizzazione di ogni tipologia di automezzo in ingresso, autotreni ed autoarticolati compresi.

Gli automezzi, secondo procedure codificate, sono obbligati a rispettare i limiti di velocità imposti, chiaramente indicati nella segnaletica di transito. Apposite sbarre permetteranno di regolamentare il transito degli automezzi e di fermare quelli eventualmente positivi al controllo per consentire di effettuare gli accertamenti di rito e l'eventuale confinamento in area dedicata posta all'interno dell'impianto in modo da non intralciare il regolare flusso di traffico.

Il portale, grazie alla progettazione completamente digitale e al software in grado di analizzare e confrontare lo spettro energetico del "Fondo Ambiente" con lo spettro acquisito al passaggio dell'automezzo, garantisce prestazioni di massima sensibilità eliminando al contempo i "falsi allarmi".

Il sistema è composto da: due pannelli rilevatori ad elevata superficie; un'unità di controllo completa di monitor flat, tastiera, mouse e stampante; un Data center di acquisizione e immagazzinamento dati; due coppie di sensori ottici.

L'eventuale presenza di sorgenti radioattive nascoste o di materiale contaminato viene ricercata tramite la rilevazione di radiazioni gamma che il sistema misura mentre il veicolo procede lentamente; i pannelli rilevatori sono posizionati il più vicino possibile ai lati del passaggio ed alloggiati in contenitori di plastica a prova delle più gravose condizioni atmosferiche.

Appena superato il portale per il controllo della radioattività, gli automezzi accedono obbligatoriamente alla pesa.

La stazione di pesatura è equipaggiata con due pese a ponte interrate per uso stradale, che consente di gestire e registrare tutti i flussi di massa di materiale in ingresso ed in uscita dalla centrale quali ad esempio:

- rifiuti in ingresso
- residui solidi in uscita (scorie, ceneri, materiali ferrosi magnetici ed amagnetici)
- reagenti di processo in ingresso

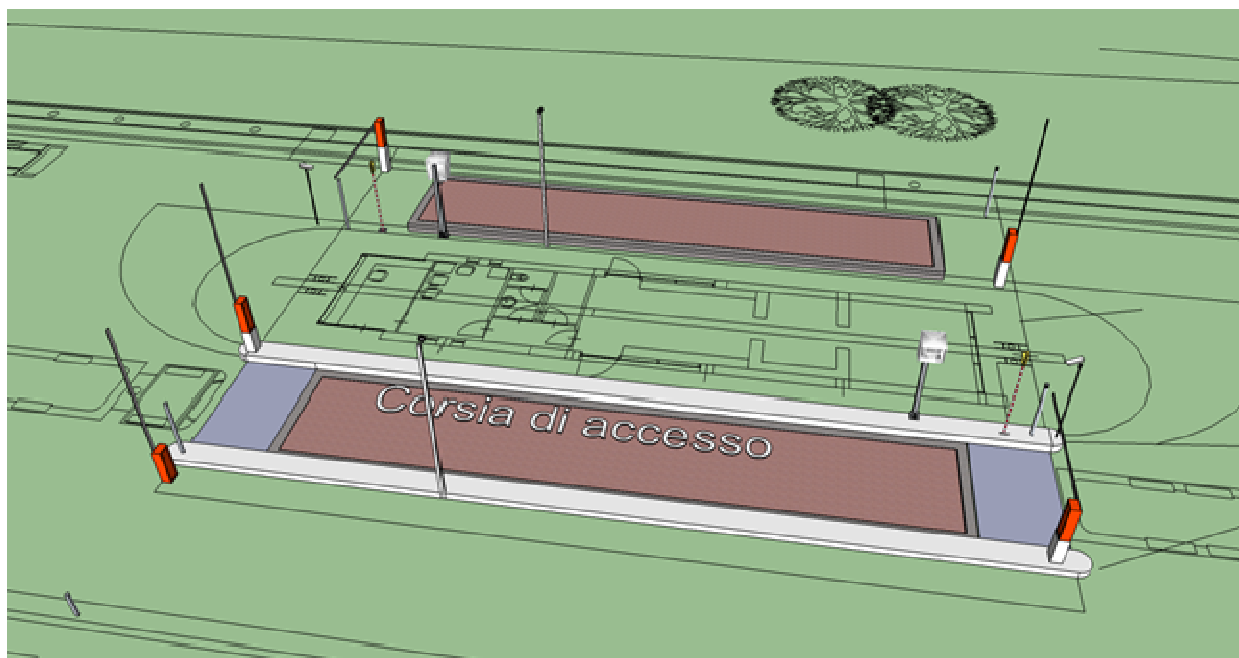
I sistemi di pesatura sono idonei per un traffico intensivo di mezzi ed i flussi saranno regolati da sbarre automatiche e semafori di consenso.

Ogni pesa è equipaggiata con celle di carico con struttura in acciaio inox e grado di protezione IP68 per garantire una elevatissima resistenza meccanica, mentre la parte elettronica con tecnologia digitale permette di avere un'ottima precisione ed affidabilità nella determinazione del peso dei veicoli.

Le pese saranno del tipo a raso, grazie all'interramento della stadera. La piattaforma di pesatura ha dimensioni 18 x 3 m, tali da permettere un agevole posizionamento anche dei veicoli più grandi quali gli autoarticolati.

Ogni pesa è dotata di:

- un terminale di interfaccia per l'autista;
- un citofono;
- una telecamera OCR per il riconoscimento ottico della targa;
- una telecamera per fotografare il carico;
- una coppia di sbarre per regolare il flusso dei mezzi;
- un semaforo.



Le pesche sono collegate al terminale operatore, completo di stampante, posizionato nel locale pesa. Il sistema consente l'archivio e la stampa dei report dei rifiuti in ingresso e uscita e permette di evidenziare, tracciare ed archiviare tutte le attività inerenti i flussi di rifiuti e prodotti. Il software di gestione è integrato con il sistema nazionale SISTRI.

Le telecamere con sistema di lettura OCR sono in grado di registrare la targa del veicolo, permettendo di automatizzare le attività di registrazione dei flussi di rifiuti in ingresso ed uscita dall'impianto. Il terminale di interfaccia per l'autista stampa uno scontrino con i dati del vettore, del mezzo e della tipologia di carico, e della area da raggiungere (piazzale avanfossa per i rifiuti, vasca di stoccaggio scorie, sili di carico prodotti chimici, sili di scarico prodotti residui del sistema di depurazioni fumi). Lo scontrino riporta un codice a barre identificativo che permette al vettore di accedere alle zone operative di propria pertinenza solo dopo avere ottenuto un consenso automatico dai lettori di codici a barre opportunamente dislocati in impianto.

Subito a valle del sistema portale-pesa è individuata un'area per lo stazionamento di mezzi da sottoporre ad ulteriori accertamenti e/o risultati positivi al controllo radiometrico. L'area è delimitata da sbarre manuali con lucchetto in ingresso ed in uscita. Per la eventuale esecuzione di ulteriori controlli, analisi e campionamenti realizzabili necessariamente previo scarico dei rifiuti dall'automezzo, lo stesso viene accompagnato in avanfossa, dove è predisposta un'area dedicata allo scopo: qui sarà possibile procedere a tali attività in piena sicurezza, disponendo di un piazzale pavimentato e coperto e senza intralciare i normali flussi di traffico.

Gli automezzi di conferimento rifiuti, terminate positivamente le operazioni di controllo ed accettazione, percorreranno una rampa a doppio senso di marcia per l'accesso al piazzale avanfossa, posto a quota +10,00 m, dove avverranno le operazioni di scarico dei rifiuti nella fossa di ricezione e stoccaggio. Il piazzale è sopraelevato rispetto al piano dei rifiuti in fossa, in modo da non causare, per nessun motivo, ostacoli o interferenza con lo scarico.

Il piazzale ha dimensioni in pianta pari a 59 m di larghezza per 35 m di profondità, ampiamente sufficienti per permettere di eseguire in sicurezza le manovre degli automezzi, ed è posto all'interno del corpo di fabbrica dell'impianto, nel lato Sud, affinché le operazioni di scarico avvengano in un ambiente chiuso, pavimentato ed in depressione. Infatti, il volume dell'avanfossa

è protetto dalla pioggia e dal vento essendo completamente coperto e tamponato. Inoltre, viene tenuto costantemente in depressione dall'aspirazione in continuo dei ventilatori dell'aria comburente dei forni, in modo da impedire l'eventuale diffusione di odori e polveri verso l'esterno. In particolare, le bocche di aspirazione dei ventilatori aspirano direttamente dalla fossa che, a sua volta, è in comunicazione con il piazzale attraverso le aperture per lo scarico dei rifiuti.

In caso di fermata delle linee di incenerimento, e quindi dei ventilatori dell'aria comburente, una unità di emergenza di aspirazione e trattamento (deodorizzazione e filtrazione) entra automaticamente in funzione per mantenere in depressione fossa ed avanfossa. L'impianto è dimensionato per ottenere un numero di ricambi ora pari almeno a 2 volte il volume dell'avanfossa, ed è composto da:

- sezione di depolverazione mediante filtro a tasche;
- sezione di deodorizzazione mediante filtro a carboni attivi;
- ventilatore di aspirazione;
- linee di aspirazione, complete di valvole, e camino di espulsione, completo di tutte le predisposizioni necessarie per l'esecuzione dei campionamenti.

Benché il sistema di aspirazione garantisca un ricambio d'aria adeguato alla intensità di traffico prevedibile, l'area dell'avanfossa è dotata di un sistema di rilevazione di CO e CH₄ a mezzo di appositi sensori, collegati ad una sirena di allarme per superamento della relativa soglia di concentrazione, con conseguente apertura automatica dei lucernari posti sulla copertura dell'avanfossa e del portone di ingresso principale.

L'avanfossa è inoltre dotata di un sistema di rilevazione incendi e del relativo sistema di spegnimento ad acqua costituito da naspi UNI 25 posti agli angoli del piazzale. In caso di incendio, con l'apertura automatica dei lucernari in copertura, si provvede ad allontanare fumo e calore dall'ambiente dell'avanfossa.

Apposite bocchette idriche in pressione consentono il lavaggio dell'area del piazzale, realizzato con pavimentazione impermeabile; le acque di lavaggio sono convogliate, attraverso un sistema di raccolta separato, in una vasca in c.a. a tenuta per il successivo allontanamento a mezzo autospurgo.

Al piazzale avanfossa si accede attraverso un portone a comando automatico, che si richiude al passaggio dell'automezzo. A valle del portone l'autista trova un terminale di interfaccia dotato di un lettore di codici a barre per l'identificazione tramite la lettura dello scontrino ricevuto alla pesa. Il sistema di gestione, una volta riconosciuto il carico, tramite un messaggio visibile sul display del terminale di interfaccia, indirizza il vettore alla postazione di scarico libera idonea alla tipologia di rifiuto trasportato. Il sistema esclude automaticamente le postazioni già impegnate da altri automezzi e le postazioni rese indisponibili direttamente dall'operatore addetto all'alimentazione dei forni in base alle condizioni di riempimento della fossa.

Nel piazzale avanfossa sono presenti 6 postazioni di scarico numerate, completamente esterne alla fossa.

Le postazioni sono del tipo detto "a bocca di lupo", idonee allo scarico in sicurezza di qualunque tipologia e taglia di automezzo. Ogni postazione ha il proprio portone di accesso ad impacchettamento rapido motorizzato, comandabile automaticamente dal sistema di gestione o, in funzione delle necessità gestionali della fossa, dagli operatori dei carriponte direttamente dalla loro postazione; i portoni sono anche azionabili localmente, in caso di azioni di manutenzione ordinaria, tramite apposita colonnina di comando locale. Dal punto di vista gestionale, si è scelto di posizionare portoni verticali piuttosto che botole orizzontali (spesso usate per le "bocche di lupo")

in quanto queste ultime sono soggette a sporcamento con conseguente intasamento e bloccaggio degli organi di movimento.

In corrispondenza di ciascun portone si trova un semaforo a doppia luce (rosso/verde), con la funzione di segnalare l'accessibilità della postazione di scarico, impostata come già detto dall'operatore carroponte. Un sistema di sicurezza impedisce l'apertura del portone quando il corrispondente semaforo è sul rosso. L'operatore carroponte dalla sua postazione può vedere a monitor le attività di manovra e scarico degli automezzi grazie ad un sistema di riprese a circuito chiuso e comunicare direttamente con gli autisti attraverso un sistema interfonico collegato ad ogni varco.

Come detto il vettore viene indirizzato dal sistema di gestione alla postazione di scarico abilitata in quel momento alla ricezione del rifiuto e, contemporaneamente, viene dato l'assenso all'apertura del portone corrispondente, che si apre automaticamente all'avvicinarsi del mezzo.

Il mezzo scarica sul piano inclinato della "bocca di lupo" che fa scivolare il rifiuto all'interno della fossa. L'adozione di tale sistema permette di azzerare il rischio di ribaltamento degli automezzi durante la manovra di scarico, evenienza purtroppo non infrequente con le altre tipologie di postazioni, anche se dotate di "batti ruota" di protezione." Inoltre, elimina le potenziali interferenze (possibili urti) tra mezzo di scarico e benna a polipo e riduce la fuoriuscita di polveri e di cattivi odori dalla fossa.

Appena l'automezzo, completata l'operazione di scarico, lascia la postazione, il portone si chiude automaticamente. L'automezzo poi procede verso il portone avanfossa, che si aprirà e chiuderà automaticamente al suo passaggio. In tal modo, congiuntamente all'aspirazione, è evitata la possibilità di fare arrivare all'esterno sia le polveri sia gli odori.

L'automezzo imboccherà la rampa in discesa e sulla pesa l'autista completerà in automatico le operazioni di pesa e registrazione con l'ausilio del terminale di interfaccia.

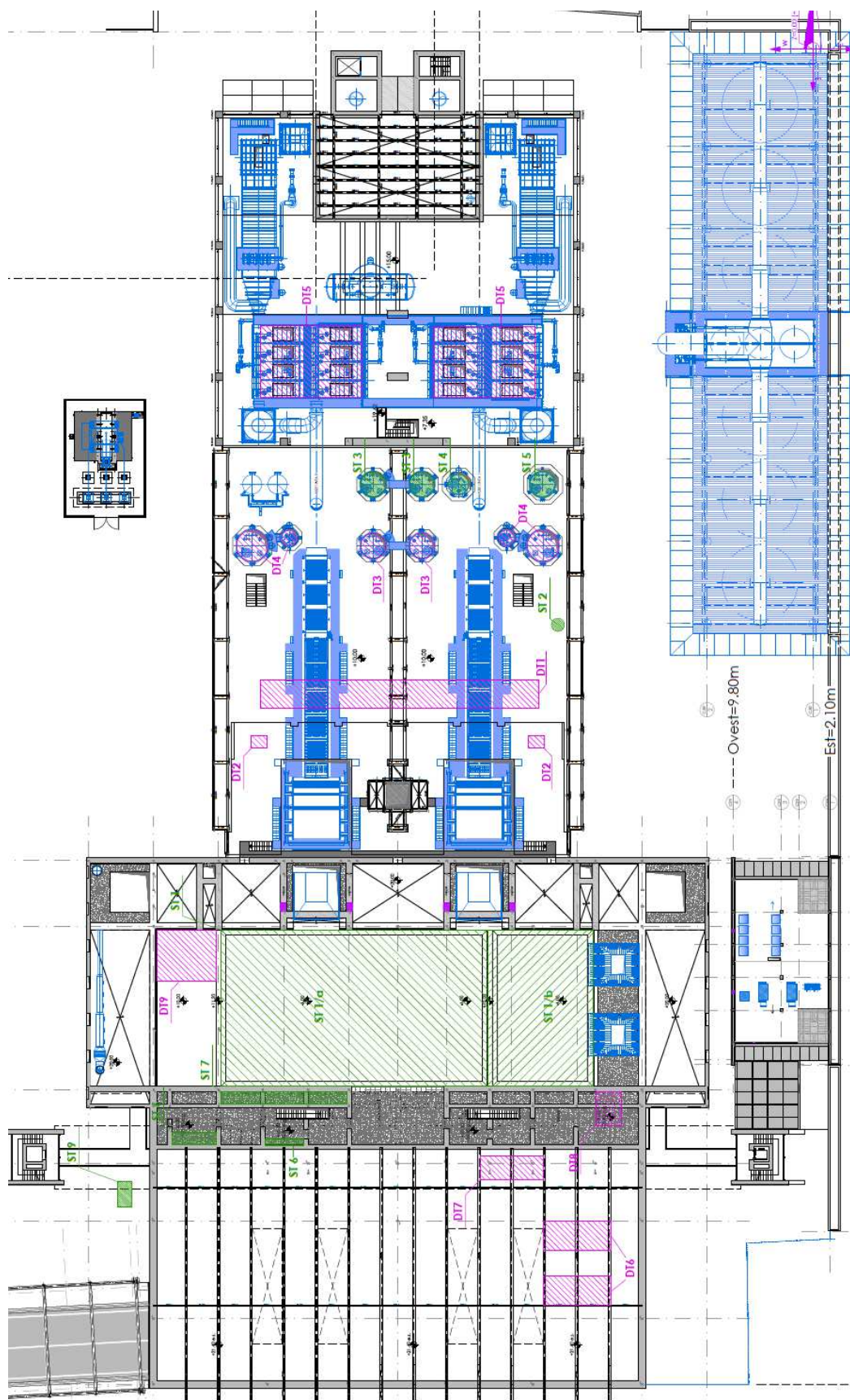
La fossa di ricezione e stoccaggio dei rifiuti è realizzata in c.a. gettato in opera, completamente chiusa e parzialmente interrata ha un volume utile pari a circa 10.400 m³

La fossa assicura una capacità di stoccaggio equivalente alla quantità di rifiuto incenerita in circa 7 giorni di funzionamento a regime, per far fronte ad eventuali interruzioni dei conferimenti.

Allo stesso modo, in caso di temporanea indisponibilità dell'impianto è possibile consentirne l'utilizzo anche come semplice stazione di trasferimento; infatti, posto che l'altezza utile dei suddetti volumi è pari a 12 metri ed ipotizzando un tirante dei rifiuti medio durante la gestione pari a 6 metri, è garantita una residua capacità di stoccaggio pari a 3,5 giorni di conferimento. A tale scopo, in adiacenza alla fossa è presente un'area dedicata al caricamento diretto dei rifiuti dalle fosse agli automezzi nei periodi di utilizzo dell'impianto come semplice stazione di trasferimento. In caso di necessità, tale area potrà essere utilizzata per il deposito temporaneo di eventuali rifiuti indesiderati individuati nella fossa.

Qualora l'operatore alla benna nell'omogeneizzare i rifiuti in fossa con la benna a polipo, si rendesse conto della presenza di rifiuti non idonei per tipologia e/o pezzatura al successivo processo di combustione (es. bombole, reti da letto, altri rifiuti ingombranti, ecc.), procede con l'allontanamento degli stessi dalla fossa. Tale operazione è eseguita con la benna a polipo e consiste sostanzialmente nell'afferrare il rifiuto dal cumulo e depositarlo nell'area di deposito dedicata, indicata con DT9 nella planimetria di seguito riportata, all'interno di container scarrabili idonei allo scopo e che saranno allontanati a idonei impianti di smaltimento/recupero

Tale area ha una superficie indicativa di circa 45-50 m² ed è utilizzata a tale scopo solo in caso di necessità.



Le pareti ed il fondo delle fossa presentano una notevole resistenza superficiale per far fronte agli urti ed alle altre sollecitazioni meccaniche indotte dalla benna di movimentazione dei rifiuti.

Per preservare le matrici ambientali acqua e suolo da possibili contaminazioni, la fossa è completamente impermeabilizzata dall'esterno e trattata internamente con vernice osmotica. Per evitare la formazione di zone di difficile movimentazione e/o pulizia, gli spigoli sono arrotondati.

Il fondo è sagomato in modo da convogliare gli eventuali percolati in un punto di raccolta dal quale possano poi essere aspirati con una elettropompa che viene calata sul fondo fossa dal livello del piazzale di scarico grazie ad un tubo verticale DN 300. Con il progressivo incremento della Raccolta Differenziata e la conseguente separazione di gran parte della frazione umida tale evenienza si sta verificando sempre più raramente presso gli impianti di trattamento dei rifiuti urbani. In ogni caso tale operazione sarà attivata raramente nel caso in cui si voglia svuotare completamente la fossa (al massimo una volta l'anno). Il percolato eventualmente aspirato sarà allontanato con l'impiego di un auto spurgo ed avviato a idonei impianti di trattamento.

Il volume della fossa è tenuto costantemente in depressione dall'aspirazione in continuo dei ventilatori dell'aria comburente dei forni, in modo da impedire l'eventuale diffusione di odori e polveri verso l'esterno. In caso di fermata delle linee di incenerimento, e quindi dei ventilatori dell'aria comburente, una unità di emergenza entra automaticamente in funzione e provvede all'aspirazione ed al trattamento dell'aria prima dell'immissione in atmosfera.

La fossa è dotata di un sistema antincendio a schiuma attivabile dalla cabina gruista per un più rapido ed efficace intervento in caso di focolai di incendio; in copertura, sono installati cupolini di evacuazione fumo e calore ad apertura automatica comandata da sensori a bolla di mercurio.

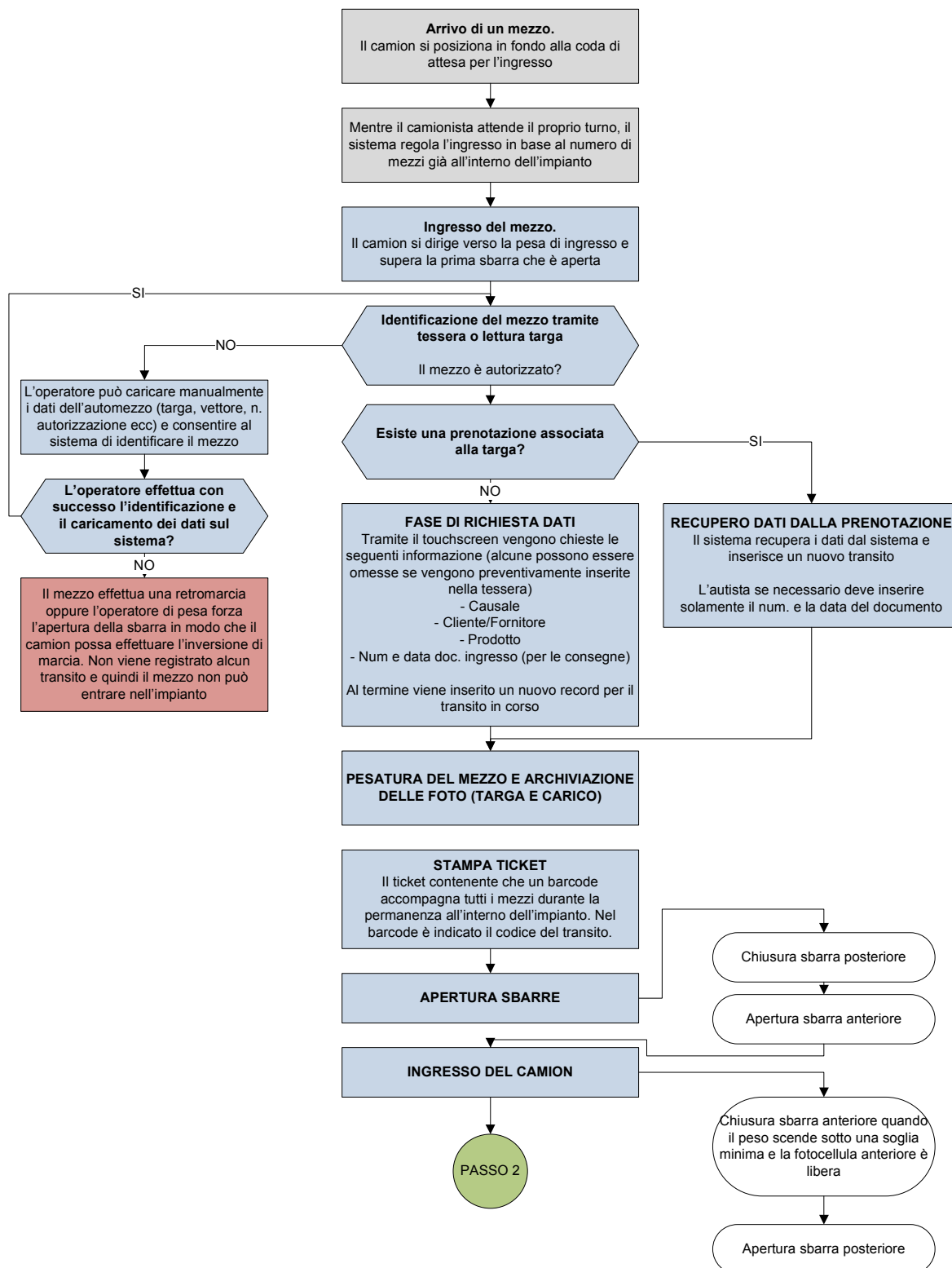
5.3 SISTEMA DI GESTIONE DEI FLUSSI, ACQUISIZIONE E REGISTRAZIONE DATI

Il sistema consente di velocizzare enormemente le operazioni di identificazione, pesatura e accettazione dei mezzi in ingresso, ed elimina la necessità di dedicare un operatore alle attività di accettazione, stampa dei documenti, buoni di carico, pesate e abilitazioni all'accesso.

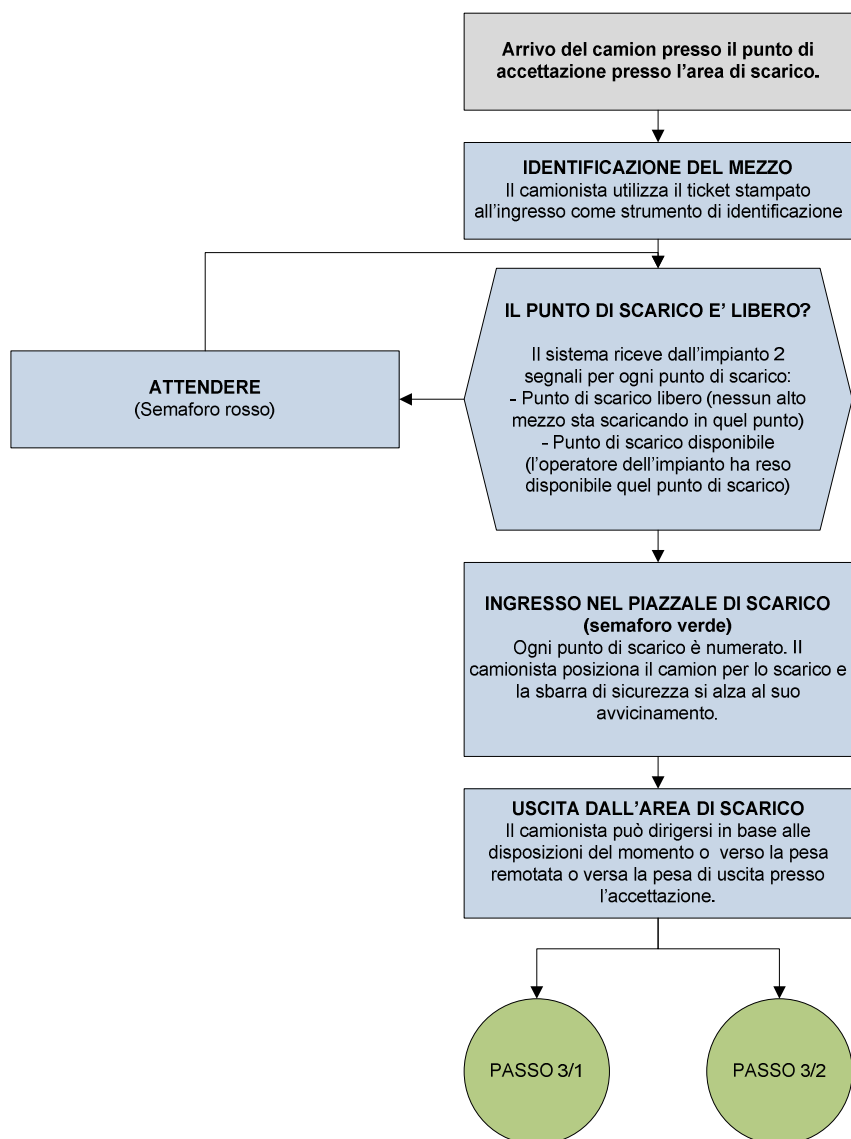
Di seguito si riportano i diagrammi di flusso delle operazioni eseguibili con i mezzi conferitori di rifiuti.

Ovviamente in caso di necessità o di emergenza le procedure possono essere gestite in modalità semiautomatica o manuale.

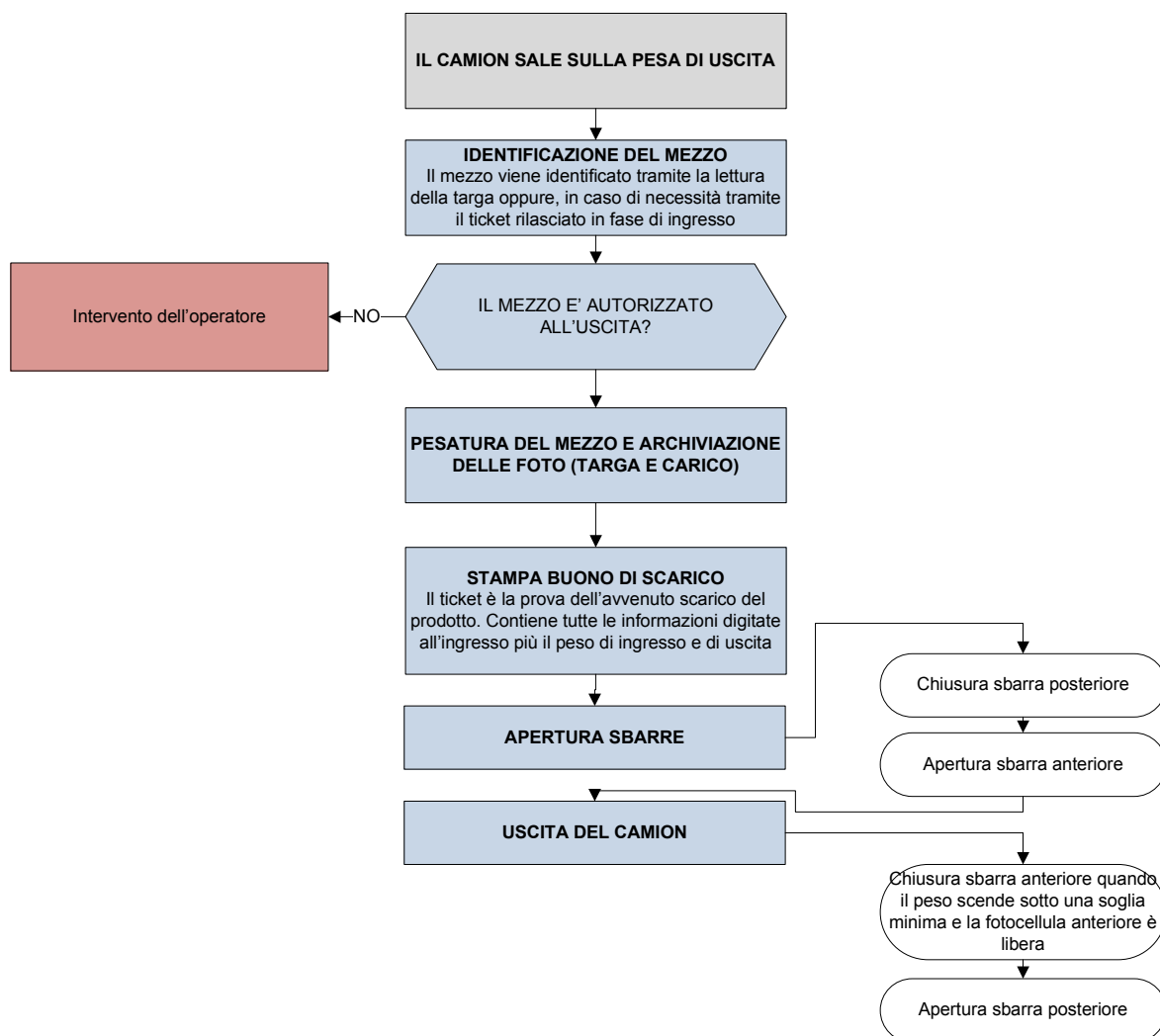
PASSO 1: PROCEDURA DI INGRESSO



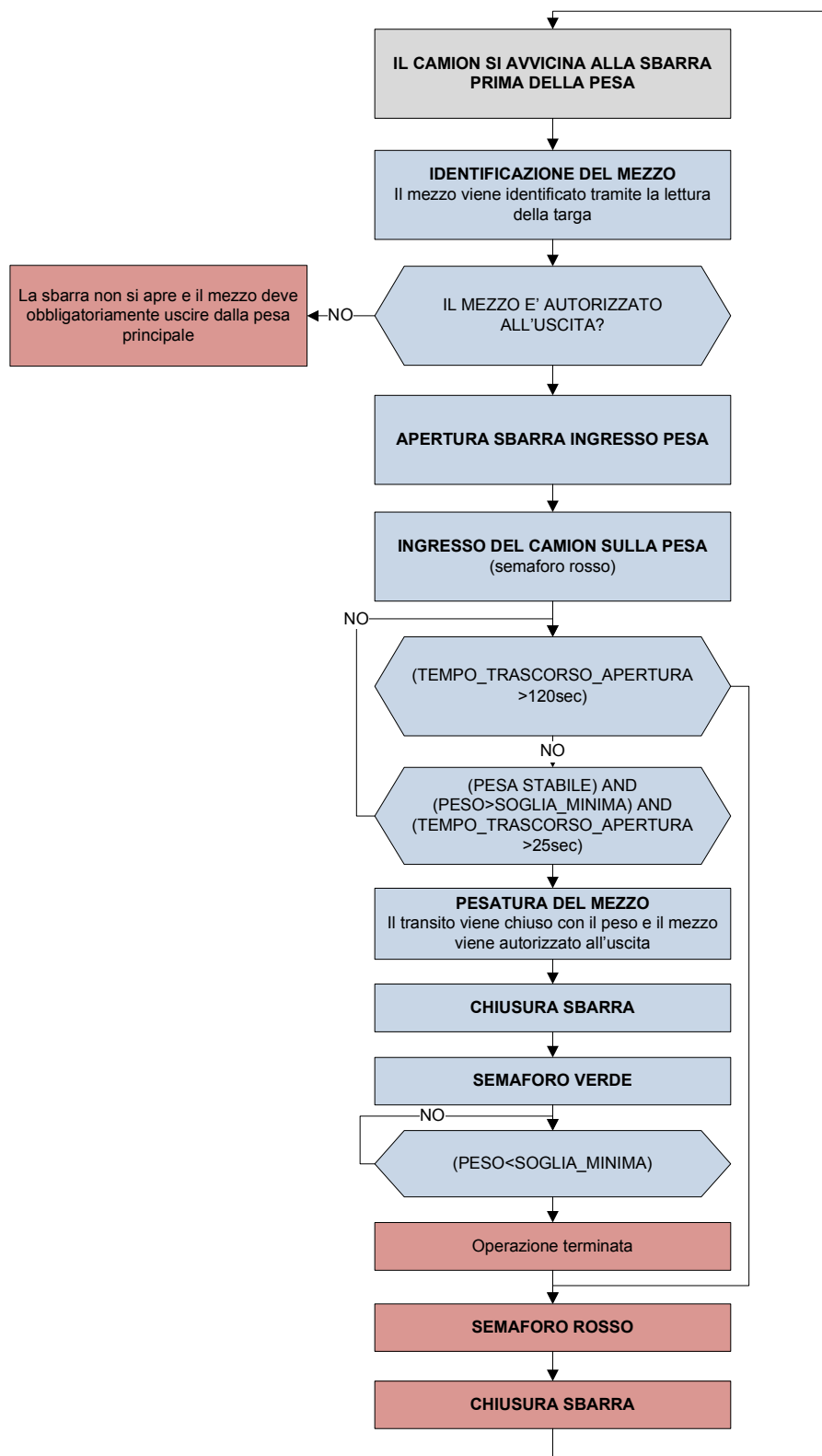
PASSO 2 – CONSEGNA PRODOTTI



PASSO 3/1 – USCITA PRESSO LA PESA PRINCIPALE



PASSO 3/2 – USCITA PRESSO LA PESA REMOTA



5.4 DATI DI PROGETTO

5.4.1 STAZIONE AUTOMATICA DI PESATURA

- Numero pese : 3
- Portata : 80 t

5.4.2 FOSSA RIFIUTI

- Capacità di stoccaggio complessiva..... : 10.360 m³
- Peso specifico medio rifiuto in fossa : 0,4 t/m³
- Quantità di rifiuti stoccabile in fossa..... : 4.140 t
- Numero di portoni : 6

5.4.3 UNITÀ DI ASPIRAZIONE E TRATTAMENTO ARIA DI EMERGENZA

- Numero minimo ricambi ora : 2 volumi avanfossa
- Polverosità massima aria in uscita : < 10 mg/Nm³
- Emissioni odorigene in uscita..... : < 200 UO/m³

6 SEZIONE IMPIANTISTICA DI MOVIMENTAZIONE E CARICAMENTO RIFIUTI

6.1 GENERALITÀ

Le attività di movimentazione e caricamento dei rifiuti sono affidate a due carriponte equipaggiati con benna a polipo, di cui uno normalmente in esercizio ed uno avente funzioni di riserva. I due carriponte sono posizionati sullo stesso piano, con le vie di corsa a quota +26 m. Per le attività di manutenzione, alle due estremità della fossa rifiuti sono presenti le aperture dei vani di calo benna, dotate di apposite botole di chiusura azionate da argani elettrici.

6.2 DESCRIZIONE DEL SISTEMA

Il sistema di movimentazione dei rifiuti è composto da:

- a) 2 carriponte ciascuno completo di:
 - ponte bi trave scorrevole, completo di passerelle di ispezione;
 - carrello - argano scorrevole, completo di funi, guida funi, bozzelli, sistemi di aggancio, grigliati e parapetti;
 - benna a polipo multi valve elettroidraulica;
 - sistema centralizzato di lubrificazione;
 - motori elettrici, azionati da inverter, e ingranaggi riduttori per i movimenti di traslazione del ponte e del carrello e per i meccanismi di sollevamento;
 - interruttori automatici di fine corsa per tutti gli spostamenti del carroponete, del carrello e della benna, incluso i sistemi anticollisione;
 - sistema di pesatura elettronico;
 - sistema di controllo per la limitazione del carico;
 - sistema di illuminazione dell'area di lavoro sottostante;
 - quadro elettrico a bordo macchina;
 - radiocomando per le operazioni di manutenzione;
- b) 2 benne elettroidrauliche del tipo a polipo;
- c) 2 postazioni di comando, con poltrona ergonomica;
- d) 2 pannelli operatore, installati sulle postazioni di comando, in posizione idonea all'operatività del gruista;
- e) quadri elettrici, contenenti gli inverter e le apparecchiature di comando e di controllo relative al funzionamento dei carriponte, con relativo PLC.

Ognuno dei due carriponte del sistema movimentazione rifiuti ha una portata al gancio di 12 t ed è dotato di benna a polipo elettroidraulica a valve indipendenti, avente una capacità di 6 m³, alimentazione elettrica a festoni e sistemi di pesatura dedicati.

Il sistema è dimensionato per servizio intenso, per le massime classi di dimensionamento previste dalle norme (FEM e ISO), con soluzioni tipiche in uso negli impianti di trattamento rifiuti e con gli accorgimenti derivati dalle esperienze acquisite nelle numerose realizzazioni eseguite.

Alle due estremità est e ovest del fabbricato fossa rifiuti sono previste le aree di parcheggio dei carriponte ed i due vani cal benna.

A quota +26 m sono previste le travi continue in c.a. che supportano le travi metalliche delle vie di corsa dei carriponte.

I movimenti del carro ponte e della benna saranno comandati da un operatore che potrà seguire dalla cabina le manovre di mescolamento del rifiuto e di alimentazione delle tramogge di carico.

La postazione di comando del carro ponte è posizionata in sala gruista, posta alla medesima quota del piano tramogge, a +20 m .rispetto al piano di campagna. La sala controllo dell'impianto è subito sopra la sala gruista ed apposite scale collegano le due sale. Nelle sale è presente un impianto interfono che permette le comunicazioni fra gli operatori in tutte le zone di impianto.

Il gruista ha la visuale diretta su tutte le manovre di movimentazione e caricamento rifiuti; un sistema di telecamere a circuito chiuso, poste nella fossa rifiuti, permette di vedere i livelli dei rifiuti e può visionare, amplificandole con zoom, anche le posizioni della fossa più lontane.

Attraverso le telecamere l'operatore (ed anche il personale in sala controllo) è in grado di seguire continuamente le operazioni di carico nelle tramogge dei forni.

Sui monitor l'operatore dispone anche della visualizzazione del piazzale avanfossa.

Se dovesse innescarsi un incendio nella fossa, l'operatore del carro ponte potrà attivare direttamente il sistema antincendio a schiuma della fossa con un comando a distanza a portata di mano.

È prevista una logica di funzionamento dei carriponte completamente automatica, che consente il funzionamento simultaneo dei due carriponte, di cui uno gestito in modalità manuale o semiautomatica da operatore, prelevando o movimentando rifiuto da un comparto della fossa, e l'altro operante in automatico, in maniera totalmente indipendente, sull'altro comparto. Il funzionamento automatico senza intervento da parte dell'operatore è possibile grazie a un sistema di rilevazione del livello del rifiuto (scanner), che consente la mappatura della distribuzione dei rifiuti in fossa.

La gestione automatica dei carriponte risiederà in un PLC e può essere applicata indifferentemente sui due carriponte in funzione delle necessità.

Nel PLC sono anche implementate tutte le logiche di gestione per l'apertura e chiusura dei portoni della fossa rifiuti, elaborando tutti i relativi segnali.

Dal pannello operatore, posizionato sulla poltrona gruista, è possibile visionare le pagine sinottiche del sistema di scarico in fossa e, tramite un sistema di telecamere a circuito chiuso, visualizzare su monitor le operazioni di scarico in corso sul piazzale ed i punti significativi della fossa e delle tramogge.

7 SEZIONE IMPIANTISTICA DI INCENERIMENTO MEDIANTE FORNO A GRIGLIA

7.1 GENERALITÀ

Il capitolo in oggetto tratta della sezione di incenerimento che riguarda essenzialmente due Generatori di Vapore del tipo a Griglia (GVG) che saranno installati all'interno del fabbricato GVG.

Ciascuno dei due GVG sarà essenzialmente costituito da un Sistema di Combustione a Griglia (SCG) e da un Generatore di Vapore (GV) entrambi installati all'interno del fabbricato GVG.

Il processo di combustione dei rifiuti, detto anche termodistruzione o incenerimento dei rifiuti, consiste in un'ossidazione, ad alta temperatura, che trasforma la frazione combustibile del materiale essenzialmente in anidride carbonica, acqua e ceneri.

Dopo che il rifiuto è stato bruciato, sul forno a griglia, i fumi attraverseranno il generatore di vapore nel quale sarà prodotto il vapore surriscaldato necessario ad alimentare il turbogeneratore per la produzione di energia elettrica.

Le componenti solide rimanenti dalla combustione dei rifiuti lasciano il sistema di combustione a griglia come scorie, contenenti le componenti minerali e metalliche dei rifiuti.

Lo scopo dell'incenerimento è di bruciare i rifiuti riducendone così il volume, sfruttando al contempo il contenuto termico energetico in essi contenuto. Durante questo processo si ottiene una riduzione, rispetto alla massa dei rifiuti in ingresso, pari a circa il 80 % in peso e il 95 % in volume.

7.2 DESCRIZIONE DEL SISTEMA

Il sistema è composto da due Generatori di vapore a griglia (GVG) operanti in parallelo e di pari capacità ciascuno dei quali essenzialmente costituito da:

- **un sistema di combustione a griglia (SCG) comprendente:**
 - tramoggia e canale di carico rifiuti;
 - sistema di alimentazione griglia;
 - griglia di combustione mobile, a gradini completa di sistema di raffreddamento ad acqua;
 - sistema di scarico delle ceneri sottogriglia e delle scorie costituito da:
 - o tramogge di raccolta delle ceneri sottogriglia e relativo trasportatore meccanico in bagno d'acqua verso il canale di scarico delle scorie;
 - o canale di scarico ed estraattore, in bagno d'acqua, del tipo a gondola, delle scorie e relativo sistema di reintegro acqua;
 - sistema idraulico per l'azionamento dei vari componenti (griglia, alimentatore, ecc...);
 - sistema aria di combustione costituito da:

- o collettore di aspirazione dalla fossa rifiuti e di distribuzione all'aria primaria e secondaria;
 - o circuito aria primaria completo di 5 ventilatori con inverter, 2 scambiatori di preriscaldamento a vapore, condotti e serrande;
 - o circuito aria secondaria comprendente: 2 ventilatori con inverter, condotti, serrande e ugelli di immissione;
- **un generatore di vapore comprendente (GV):**
- primo canale ad irraggiamento comprendente:
 - o camera di combustione (CC), costituita da una zona di combustione (ZC) e da una zona di post combustione (ZPC);
 - o volta di inversione fumi;
 - 1 bruciatore a gas naturale di avviamento;
 - 2 bruciatori a gas naturale di post - combustione per l'eventuale supporto della combustione;
 - 2 canali ad irraggiamento;
 - 1 camera convettiva e 1 canale economizzatore;
 - primo banco evaporatore convettivo;
 - banchi surriscaldatori convettivi;
 - sistemi di attemperamento vapore surriscaldato;
 - banchi evaporatori convettivi;
 - banchi economizzatori convettivi;
 - sistema di pulizia dei banchi convettivi a percussione meccanica;
 - corpo cilindrico, completo di valvole di sicurezza silenziate;
 - sistema di dosaggio reagenti per condizionamento chimico acqua caldaia e ciclo termico;
 - rivestimenti refrattari;
 - rivestimento metallico in Inconel 625;
 - sistema di raccolta e scarico ceneri volanti, completo di tramogge di raccolta e scaricatori a comando motorizzato;

7.3 DESCRIZIONE DEI COMPONENTI DEL SISTEMA DI COMBUSTIONE A GRIGLIA

7.3.1 TRAMOGGIA DI CARICO E CANALE DI CARICO RIFIUTI

La tramoggia ha dimensioni sufficienti a ricevere i rifiuti scaricati dalla benna completamente aperta; la sua forma è studiata per favorire il regolare flusso dei rifiuti e ridurre al minimo il rischio di intasamento causato dall'accumulo di materiale e dalla formazione di ponti. In ogni caso è

previsto un idoneo sistema rompiponte, con azionamento idraulico, che permette di agire da sala controllo senza l'intervento degli operatori in fossa rifiuti.

La tramoggia è in comunicazione con la griglia attraverso un canale di carico verticale. In normale esercizio il battente dei rifiuti nel canale di carico garantisce la tenuta per la fuoriuscita dei fumi ed il ritorno di fiamma.

Nel caso in cui la quota dei rifiuti nel canale raggiunga quella di allarme di bassissimo livello (rilevato da un sensore ad ultrasuoni), una serranda a clapet di isolamento, anch'essa azionata idraulicamente e installata immediatamente dopo il vano di uscita della tramoggia, può intercettare il canale di carico, evitando i possibili ritorni di fiamma.

La parte inferiore del canale di alimentazione è raffreddata ad acqua, con un circuito integrato a quello di raffreddamento della griglia, per la sua protezione in caso di ritorno di fiamma.

Il sistema di controllo prevede un interblocco software che impedisce la collisione fra il rompiponte e la serranda.

7.3.2 SISTEMA DI ALIMENTAZIONE GRIGLIA

Il sistema di alimentazione della griglia, posizionato in uscita dal canale di carico dei rifiuti, è costituito da due spintori, accostati in senso trasversale, con funzionamento tra di loro indipendente.

Gli spintori sono ad azionamento di tipo idraulico e a velocità regolabile in base al carico per garantire il caricamento uniforme della griglia ed il mantenimento di uno spessore ottimale del rifiuto.

Gli spintori sono dotati di raffreddamento ad acqua con circuito integrato a quello di raffreddamento della griglia.

7.3.3 GRIGLIA DI COMBUSTIONE

La griglia di incenerimento installata è in grado di bruciare rifiuti con potere calorifico variabile in un ampio range di funzionamento.

La griglia è del tipo mobile, a gradini, raffreddata ad acqua ed è inclinata di 14 gradi rispetto all'orizzontale.

La griglia è suddivisa, in direzione longitudinale, in cinque zone di ripartizione dell'aria primaria, ognuna con la relativa tramoggia sottostante per la raccolta delle ceneri sottogriglia.

La terza zona è posizionata al centro, in corrispondenza del primo canale verticale del generatore di vapore.

Ciascuna sezione di griglia è composta da gradini alternativamente fissi e mobili, che garantiscono con il loro movimento un ottimo rimescolamento del combustibile al fine di ridurre la presenza di incombusti nelle scorie finali.

I gradini mobili sono azionati da cilindri oleodinamici la cui velocità è regolabile, in base al carico, per garantire il mantenimento di uno spessore ottimale del rifiuto in funzione delle sue caratteristiche.

La velocità di avanzamento dei gradini è regolata dal sistema di controllo della combustione.

Tutti i gradini sono raffreddati ad acqua. Il sistema di raffreddamento della griglia è costituito da un circuito chiuso dotato, per ciascuna linea, di un gruppo pompe che provvede alla circolazione (1 in esercizio ed 1 di riserva). Inoltre è prevista una motopompa a gasolio che entra in funzione in caso di emergenza.

Il circuito idraulico di raffreddamento è pressurizzato e la pressione viene controllata mediante un serbatoio di espansione a membrana.

Il calore sottratto alla griglia viene recuperato preriscaldando l'aria di combustione attraverso uno scambiatore aria di combustione – acqua.

Un secondo scambiatore (aria ambiente – acqua), collegato con il circuito dell'acqua di raffreddamento, provvede a sottrarre il calore in eccedenza e, in caso di emergenza, alla sua completa dissipazione.

7.3.4 SISTEMA DI SCARICO CENERI SOTTOGRIGLIA E SCORIE

Le ceneri fini che attraversano i gradini sono raccolte da un sistema di tramogge poste sotto la griglia stessa. Ciascuna tramoggia è munita di proprio condotto di scarico ed è facilmente ispezionabile per gli interventi di manutenzione. La cenere scaricata dalle tramogge è inviata, mediante dei trasportatori in bagno d'acqua, all'estrattore delle scorie.

A valle delle griglie è presente un canale di scarico delle scorie. Le dimensioni del canale di scarico per le scorie permette di limitare gli interventi manuali per l'estrazione di oggetti voluminosi che abbiano oltrepassato il canale di carico dei rifiuti.

Le ceneri sottogriglia e le scorie raccolte dall'estrattore in bagno d'acqua sono inviate mediante una tavola vibrante a una fossa di stoccaggio.

7.3.5 SISTEMA IDRAULICO

L'azionamento dei vari componenti (griglia, alimentatore, clapet, ecc...) è del tipo idraulico.

Ciascun SCG è dotato di due circuiti distinti e da un serbatoio dell'olio comune:

- un circuito è dedicato all'azionamento di serranda a clapet e rompiponti;
- un circuito è dedicato all'azionamento degli alimentatori, dei gradini mobili della griglia e dell'estrattore scorie.

I dispositivi elettrici del primo circuito sono alimentabili anche da Gruppo Elettrogeno per consentire la chiusura del clapet anche in condizioni di Black out.

Il serbatoio dell'olio, comune ai due circuiti idraulici, è completo di: dispositivi di raffreddamento, filtrazione, verifica del livello, verifica di temperatura e pressione dell'olio; gruppo pompe; elettrovalvole; valvole di sovrappressione.

7.3.6 ARIA DI COMBUSTIONE

Il sistema aria di combustione per ciascun SCG è costituito da:

- Condotta di aspirazione dalla fossa rifiuti;

- 1 Scambiatore di calore a tubi lisci (aria di combustione – acqua di raffreddamento griglia) per il recupero del calore asportato dalla griglia e conseguente preriscaldamento dell'aria;
- Condotte di distribuzione aria primaria complete di serrande;
- 5 ventilatori aria primaria azionati da inverter per l'insufflazione dell'aria sottogriglia, ciascuno a servizio di una delle 5 zone di ripartizione in cui è suddivisa la griglia stessa;
- 2 scambiatori di calore a tubi lisci (aria primaria – vapore da spillamenti turbina) per l'eventuale ulteriore preriscaldamento dell'aria primaria diretta nelle prime due zone della griglia;
- Condotte di distribuzione aria secondaria complete di serrande;
- 2 ventilatori aria secondaria azionati da inverter
- ugelli fissi e mobili per l'immissione dell'aria all'inizio della zona di post combustione

Gli scambiatori di preriscaldamento saranno di tipo a tubi lisci.

I ventilatori dell'aria primaria e dell'aria secondaria sono di tipo centrifugo a velocità variabile, regolati mediante motore elettrico azionato da inverter.

I diversi circuiti di alimentazione di aria di combustione potranno essere monitorati dal sistema di automazione e le diverse portate saranno controllate e comandate automaticamente.

Tutti gli scambiatori installati sull'aria comburente (proveniente dalla fossa rifiuti) sono del tipo a tubi lisci per evitare fenomeni di sporcamento tipici degli apparecchi con tubi alettati.

7.4 DESCRIZIONE DEI COMPONENTI DEL GENERATORE DI VAPORE

7.4.1 CAMERA DI COMBUSTIONE

La camera di combustione (CC), è suddivisa in due zone: la Zona di Combustione (ZC), posizionata immediatamente sopra la griglia, e la zona dopo l'ultima immissione di aria (Aria secondaria) che viene definita Zona di Post-Combustione (ZPC).

Le pareti della ZC permettono un irraggiamento sufficiente a favorire l'auto-accensione dei rifiuti e di limitare le perdite termiche verso l'esterno del forno; la ZC è refrattariata.

La ZPC è disposta immediatamente sopra la ZC ed è progettata, come richiesto dalla normativa vigente, in modo da garantire il mantenimento di una temperatura di 850 °C per almeno 2 secondi dopo l'ultima iniezione di aria di combustione;

La ZPC, opportunamente refrattariata, ha forma prismatica e non presenta il classico venturi nella zona di imbocco; la scelta è suggerita da tre fattori:

- la costruzione è più semplice e l'applicazione del refrattario è più facile e veloce durante le riparazioni;
- non si hanno piani inclinati che facilitano l'accumulo di ceneri semifuse;
- il ponteggio per l'ispezione e la manutenzione del primo canale risulta anch'esso di forma prismatica e equidistante dalle pareti.

Il controllo del rispetto della prescrizione normativa di permanenza dei fumi per almeno 2 secondi, alla temperatura minima di 850 °C, viene effettuato sul valore di temperatura (T2s) ottenuto, nelle diverse condizioni di carico, da un algoritmo di calcolo che utilizza la strumentazione di misura installata.

All'inizio della ZPC sono posizionati, su ambo i lati lunghi, gli ugelli dell'aria secondaria e la prevalenza dei relativi ventilatori sarà tale da garantire una velocità di uscita dei getti che genera la necessaria turbolenza anche al centro del canale.

7.4.2 BRUCIATORI AUSILIARI

Il GVG è dotato di 3 bruciatori alimentati a gas naturale (1 di avviamento e 2 ausiliari) con potenzialità termica complessiva pari a ca. il 60% della potenzialità termica del GVG; i bruciatori sono dimensionati in modo da poter provvedere all'avviamento del forno ed al ripristino della temperatura corretta di funzionamento in ZPC per il rispetto del limite di legge.

In particolare il sistema dei bruciatori provvede a svolgere le seguenti funzioni:

- a. in fase d'avviamento, a freddo, riscaldare il circuito fumi, garantendo in ZPC il raggiungimento di 850 °C, prima dell'immissione dei rifiuti sulla griglia (un blocco automatico impedisce l'alimentazione dei rifiuti in tramoggia fino al raggiungimento di suddette condizioni);
- b. in caso di necessità, fornire in ZPC il calore necessario ad innalzare la temperatura dei fumi a valori sufficienti per garantire la loro permanenza per almeno 2 secondi al di sopra degli 850 °C (un blocco automatico impedisce l'alimentazione dei rifiuti in tramoggia fino al ripristino di suddette condizioni);
- c. in fase di fermata programmata o accidentale, fornire in ZPC il calore necessario ad mantenere la temperatura dei fumi a valori sufficienti per garantire la loro permanenza per almeno 2 secondi al di sopra degli 850 °C, fino al completo esaurimento dei rifiuti sulla griglia.

Nel caso b) la logica di intervento dei bruciatori prevede l'accensione dei bruciatori ad un valore della temperatura di post combustione superiore agli 850 °C.

In particolare si stabiliscono:

- una soglia di attenzione impostabile (normalmente pari a 870 °C) al di sotto della quale, in automatico, si accende uno dei due bruciatori di post combustione;
- una soglia di allarme impostabile (normalmente pari a 860 °C) al di sotto della quale, in automatico, si accende anche il secondo bruciatore di post combustione.

Queste soglie, normalmente, consentono di mantenere la temperatura di post combustione al di sopra degli 850 °C.

Sulle alimentazioni gas ai bruciatori, in accordo con le normative vigenti in Italia e con le normative CEE e NFPA, sono previste due elettrovalvole di blocco con interposta una elettrovalvola di sfiato con scarico all'esterno.

Per rendere sicura l'area di lavoro, secondo le norme CEI, all'esterno del fabbricato, sulle linee di arrivo del combustibile, sono installate: una valvola di blocco elettrocomandata (a riarmo manuale), una valvola d'intercettazione manuale ed a valle, un'elettrovalvola di sfiato per evitare che la linea rimanga in pressione a impianto di combustione fermo.

In caso di blocco dell'impianto o black-out energetico i ventilatori di flussaggio dei bruciatori ausiliari sono alimentabili anche da Gruppo Elettrogeno per evitare danneggiamenti.

7.4.3 CANALI AD IRRAGGIAMENTO

I canali a irraggiamento sono verticali e sono formati da pareti membranate a tubi d'acqua (costituite da tubi con interposizione di alette in acciaio al carbonio unite mediante saldatura automatica ad arco sommerso); i tubi di parete e le alette saranno congiunte ai collettori sempre mediante saldatura senza alcuna rastremazione dei tubi.

Le pareti membranate garantiscono la tenuta in condizione sia di depressione sia di sovrappressione per evitare rispettivamente l'infiltrazione di aria nei fumi o la fuoriuscita di fumo nell'ambiente.

I canali radianti sono predisposti per l'installazione di un sistema di pulizia a doccia.

Sotto il secondo e terzo canale vi è una tramoggia di raccolta delle ceneri anch'essa realizzata con parete membranata.

La parte alta del primo canale ad irraggiamento, immediatamente a valle della ZPC refrattariata, la volta di inversione dei fumi e la prima parte del secondo canale ad irraggiamento sono protetti da un riporto saldato in Inconel 625.

7.4.4 CAMERA CONVETTIVA E CANALE ECONOMIZZATORE

All'uscita della camera di irraggiamento si trova la camera convettiva, all'interno della quale i fumi di combustione si raffreddano fino a raggiungere la temperatura di ca. 180 °C.

La camera convettiva del generatore di vapore è costituita da un condotto orizzontale, delimitato da pareti laterali membranate, al cui interno sono installati i seguenti banchi convettivi di tubi nel senso di percorrenza dei fumi:

- 1 evaporatore;
- 3 surriscaldatori;
- 2 evaporatori;

A valle della camera convettiva i fumi attraversano il canale economizzatore costituito da un condotto orizzontale a sezione rettangolare delimitato da pareti in lamiera rinforzata al cui interno sono installati 3 banchi economizzatori convettivi.

Sotto i banchi convettivi sono montate apposite tramogge di raccolta delle ceneri derivanti dalla pulizia dei banchi, ciascuna delle quali dotata di un organo di tenuta a doppio clapet.

7.4.5 BANCHI SURRISCALDATORI

Il complesso di surriscaldamento del vapore è suddiviso in più banchi con attemperatori intermedi per il controllo della temperatura del vapore surriscaldato.

Ciascun banco surriscaldatore è formato da serpentine di tubi lisci disposti in verticale; la geometria dei banchi surriscaldatori è studiata affinché la struttura sia sufficientemente elastica per sopportare la sollecitazione meccanica dovuta alle percussioni del sistema di pulizia della caldaia.

Il primo ed il secondo banco surriscaldatore sono parzialmente protetti da un riporto saldato in Inconel 625; in particolare il rivestimento è previsto nelle zone dove la temperatura di parete è superiore alla temperatura critica per gli aspetti di corrosione.

I banchi surriscaldatori saranno facilmente estraibili, dall'alto, per una veloce sostituzione.

7.4.6 ATTEMPERAMENTO DEL VAPORE

Per mantenere costante la temperatura alla presa del vapore surriscaldato al variare del carico sono installati due sistemi di attemperamento che prevedono l'iniezione di acqua alimento caldaia fra i diversi banchi surriscaldatori.

7.4.7 BANCHI EVAPORATORI CONVETTIVI

I banchi evaporatori sono costituiti da tubi verticali lisci con sistemazione in linea. La geometria dei banchi evaporanti è studiata affinché la struttura sia sufficientemente elastica per sopportare la sollecitazione meccanica dovuta alle percussioni del sistema di pulizia della caldaia.

I banchi evaporanti saranno essenzialmente costituiti da una serie di elementi "a rastrello" ciascuno composto da un collettore superiore per il convogliamento della miscela acqua vapore al corpo bollitore e da uno inferiore per l'alimentazione dell'acqua.

I banchi evaporatori saranno facilmente estraibili, dall'alto, per una veloce sostituzione.

7.4.8 BANCHI ECONOMIZZATORI

Ciascun banco economizzatore è formato da serpentine di tubi lisci disposti in verticale; sono strutturati similmente ai surriscaldatori e vengono puliti anch'essi mediante vibrazioni meccaniche.

I banchi economizzatori sono anch'essi facilmente estraibili dall'alto.

7.4.9 SISTEMA DI PULIZIA

Il sistema di pulizia dei banchi convettivi è costituito da scuotitori elettromeccanici del tipo a martelli e pertanto il GV è progettato per poter sostenere le sollecitazioni meccaniche da esso indotte.

Lo scuotimento indotto dai martelli provoca il distacco delle ceneri volanti che si depositano sui banchi e la successiva caduta per gravità nelle tramogge di raccolta sottostanti. Le ceneri così raccolte vengono poi allontanate mediante sistema di trasporto meccanico ed inviate al silos di raccolta comune con i residui del primo stadio di depurazione fumi.

Il sistema può funzionare sia in automatico sia in manuale.

7.4.10 CORPO CILINDRICO

Il vapore prodotto dai fasci evaporatori è separato in un corpo cilindrico esterno al giro fumi e posto sulla sommità del GV nel quale confluiscono i tubi di ritorno, e dal quale partono i tubi di caduta per alimentare i collettori inferiori dei banchi evaporatori.

Il corpo cilindrico in lamiera di acciaio, con spessori secondo le norme vigenti, è costituito da virole chiuse alle due estremità da fondo bombato, il tutto unito mediante saldatura ad arco sommerso con procedimento omologato.

Sui due fondi bombati sono previsti i passi d'uomo, chiusi da portelle.

All'interno del corpo cilindrico sono montati i diaframmi convogliatori e i dispositivi (ciclone o demister lamellari) demandati alla purificazione del vapore.

Il corpo cilindrico è dimensionato per garantire, tra il livello normale e quello minimo, cinque minuti di evaporazione con GV al carico nominale e senza alimentazione, e due minuti tra il livello minimo e la sommità dei tubi di caduta nelle stesse condizioni di carico.

7.4.11 SISTEMA DOSAGGIO REAGENTI PER CONDIZIONAMENTO ACQUA DI PROCESSO

Il sistema di dosaggio reagenti per condizionamento acqua di processo è costituito da:

- uno skid per il dosaggio del prodotto alcalinizzante;
- uno skid per il dosaggio del prodotto deossigenante;

Ciascuno skid sarà composto da una pompa di carico, un serbatoio di stoccaggio in polietilene, due pompe dosatrici (1 in funzione e 1 di riserva) e quadro elettrico.

7.4.12 RIVESTIMENTI REFRAATTARI

Tutta la camera di combustione (ZC e ZPC), ricavata nel primo canale ascendente del GV, è rivestita di materiale refrattario, scelto in funzione della distribuzione della temperatura, del flusso termico richiesto e della necessità di impedire l'incollamento delle ceneri volanti semifuse trascinate dai fumi.

La funzione del refrattario è quella di ridurre lo scambio termico con la sottostante parete evaporante e contemporaneamente di proteggerla dall'attacco corrosivo.

I rivestimenti refrattari sono impostati come segue:

- il refrattario lato fumi può essere formato, a seconda delle zone, da tavelle precotte a base di carburo di silicio o da calcestruzzi refrattari;
- lo strato aderente alla parete membranata è costituito da una malta autolivellante, a base di carburo di silicio, che viene gettata con l'ausilio di un cassero di legno o facendo fungere da cassero le tavelle stesse (la malta, essendo molto fluida, penetra in tutti gli interstizi e forma uno strato protettivo efficace della superficie metallica sottostante).

7.4.13 RIVESTIMENTI METALLICI

Per preservare le pareti membranate dei canali radianti dall'attacco dei composti acidi che si formano in combustione, è prevista l'applicazione di rivestimenti metallici di protezione applicato con riporto di saldatura, in Inconel 625, per le superfici di scambio del GV del primo canale radiante ascendente, non interessate dal refrattario, per la volta di inversione dei fumi e per la parte del secondo canale radiante discendente fino a ca. 1 m al di sotto del collettore di inversione fumi.

7.4.14 SISTEMA DI RACCOLTA E SCARICO DELLE CENERI VOLANTI

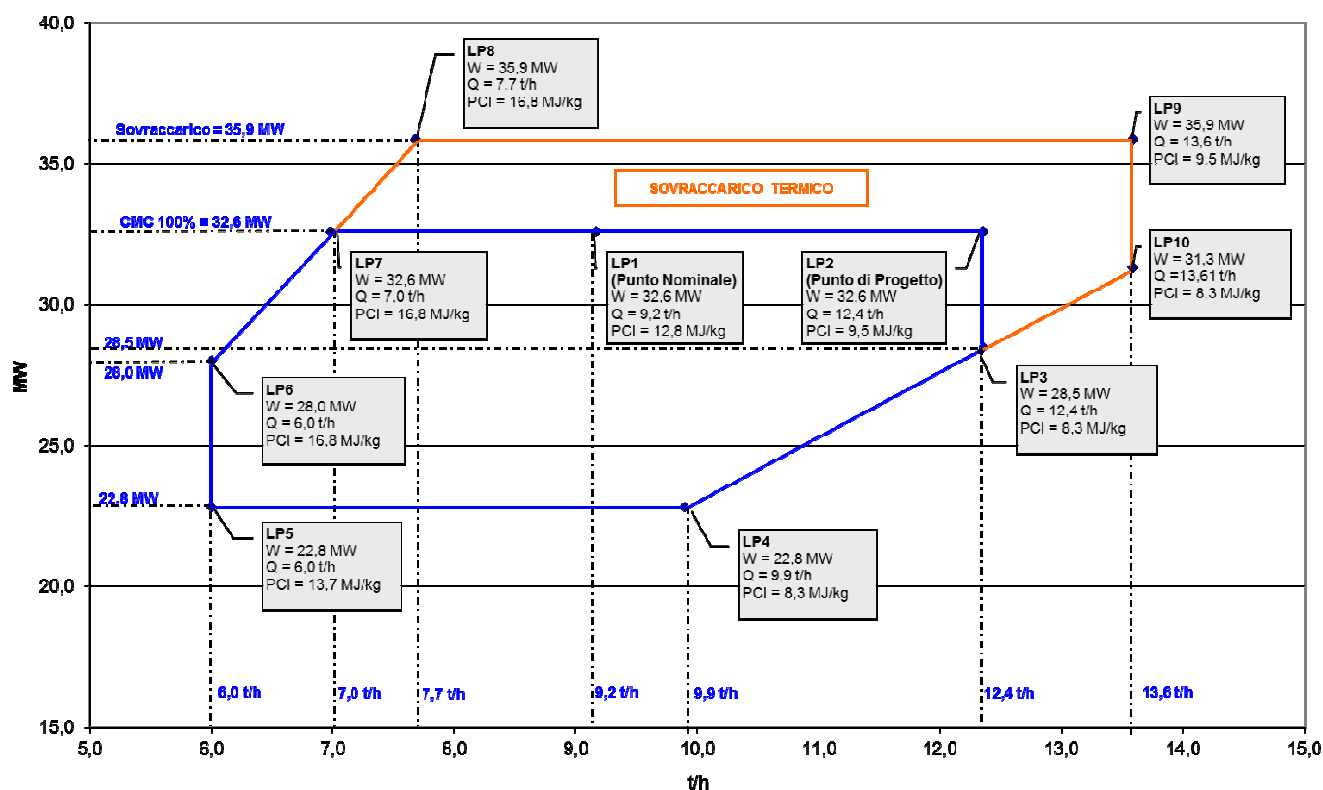
Le ceneri volanti raccolte nelle tramogge poste sotto la caldaia saranno evacuate attraverso dei condotti (dotati di portelle di ispezione) per mezzo di serrande a tenuta del tipo a doppio clapet. Esse saranno dunque raccolte in un trasportatore del tipo redler a catena raschiante che le trasporterà fino ad un ulteriore sistema di trasporto che convoglierà le ceneri volanti ad una sezione di stoccaggio.

7.5 DATI DI PROGETTO

7.5.1 SISTEMA DI COMBUSTIONE A GRIGLIA

- PCI rifiuti massimo : 16,8 MJ/kg
- PCI rifiuti nominale : 12,8 MJ/kg
- PCI rifiuti di progetto : 9,5 MJ/kg
- PCI rifiuti minimo : 8,3 MJ/kg
- Portata rifiuti con PCI massimo (16,8 MJ/kg) : 7,0 t/h
- Portata rifiuti con PCI nominale (12,8 MJ/kg) : 9,2 t/h
- Portata rifiuti con PCI di progetto (9,5 MJ/kg) : 12,4 t/h
- Portata rifiuti con PCI minimo (8,3 MJ/kg) : 12,4 t/h
- Portata rifiuti in sovraccarico meccanico : 13,6 t/h
- Portata rifiuti minima : 6,0 t/h
- Potenza termica da rifiuto massima (sovraccarico termico) : 35,9 MW
- Potenza termica da rifiuto nominale : 32,6 MW
- Potenza termica da rifiuto di progetto : 32,6 MW
- Potenza termica da rifiuto minima : 22,8 MW

7.5.2 DIAGRAMMA DI COMBUSTIONE



Il diagramma di combustione è un diagramma termodinamico che rappresenta le condizioni di funzionamento stazionario del forno.

L'asse orizzontale del diagramma indica la portata rifiuti alimentata al forno, espressa in t/h. L'asse verticale rappresenta il carico termico sviluppato dalla combustione dei rifiuti, espresso in MW. Le linee tracciate sul diagramma indicano il potere calorifico costante (in MJ/kg). Il prodotto del potere calorifico del rifiuto per la portata di rifiuti fornisce il carico termico.

Il campo di normale funzionamento è compreso fra il 70% e il 100% del carico termico nominale, cioè tra 22,8 MW e 32,6 MW, e tra il 48% ed il 100% della portata di rifiuti nominale, cioè tra 6,0 t/h e 12,4 t/h.

La zona di normale esercizio è rappresentata dai punti all'interno del poligono LP1 – LP2 – LP3 – LP4 – LP5 – LP6 – LP7 – LP1.

La continuità di funzionamento del sistema è ottenibile per tutti i punti interni al diagramma di combustione, a condizione che siano rispettati i seguenti valori:

- Tenore di umidità nei rifiuti < 40%
- Contenuto di incombustibili nei rifiuti < 30%
- Somma di tenore di umidità + contenuto di incombustibili < 60%

La zona di sovraccarico, rappresentata nel diagramma di combustione dal poligono LP1 – LP2 – LP3 – LP10 – LP9 – LP8 – LP7 – LP1, individua le condizioni di funzionamento che possono essere sostenute dal sistema di combustione per un periodo limitato di tempo.

In normali condizioni di esercizio, con il carico termico impostato al 100%, il sistema di combustione potrà trovarsi ad operare nella zona di sovraccarico in conseguenza delle fisiologiche oscillazioni di regolazione del sistema, dovute fondamentalmente alla eterogeneità del combustibile.

7.5.3 GENERATORE DI VAPORE

- Portata vapore surriscaldato alle condizioni nominali (1 linea) : 36,9 t/h
- Portata vapore surriscaldato alle condizioni nominali (2 linee) : 73,8 t/h
- Temperatura vapore surriscaldato : 440 °C
- Pressione vapore surriscaldato : 50 bar a
- Temperatura acqua alimento : 130 °C
- Temperatura uscita fumi : 180 °C

8 SISTEMA DI TRASPORTO CENERI VOLANTI

8.1 GENERALITÀ

Il presente capitolo definisce le caratteristiche del sistema di trasporto ceneri volanti di caldaia, derivanti dal processo di trattamento termico dei rifiuti all'interno dei sistemi di combustione a griglia.

In particolare il sistema di estrazione, trasporto ed insilaggio delle ceneri volanti di caldaia è progettato allo scopo di automatizzare il processo di trasferimento di tale materiale in uscita dalla zona radiante di caldaia e da quella convettiva, al fine di favorirne lo stoccaggio in sili dedicati.

Il servizio risulta essere particolarmente gravoso e specifico in quanto il materiale è in temperatura, ha la tendenza ad impaccarsi, è fortemente abrasivo e presenta granulometria molto variabile da polvere a granuli sino a croste di ca. 250 mm.

Un'attenzione particolare è stata rivolta alla scelta dei materiali ed alle tecniche costruttive che devono garantire funzionalità e durata nel tempo. Il servizio preso a riferimento per il dimensionamento del sistema ha considerato condizioni di continuità operativa, massima affidabilità e necessità di procedere a manutenzioni esclusivamente nei periodi di fermata programmata.

Il sistema, inoltre, è stato progettato "a tenuta", al fine di garantire il mantenimento della depressione in caldaia ed è stato dotato di sistemi di by-pass per lo scarico del materiale in big-bags, da utilizzarsi in casi di avviamento a freddo della linea di incenerimento, in caso di emergenza o di indisponibilità del sistema di stoccaggio principale.

In conformità alle recenti disposizioni in termini di sicurezza sui luoghi di lavoro, il sistema è dotato di protezioni e coibentazioni nonché di portelle di ispezione atte a garantire l'accessibilità alle apparecchiature in caso di manutenzione ordinaria e straordinaria.

I sistemi adottati risultano essere gemelli tra le due linee, in un'ottica di ottimizzazione impiantistica dei componenti e di una migliore gestione del parco ricambi.

8.2 DESCRIZIONE DEL SISTEMA

Il sistema di trasporto ha inizio dalla zona sottostante la parte radiante di caldaia.

In uscita dalla tramoggia della radiante, in posizione ortogonale all'asse della caldaia, è previsto un trasportatore, completamente coibentato, a doppia catena e raschietti per alte temperature, con bocca di carico su tutto il tratto intermedio, doppio fondo e scarico inferiore centrale. Tale scarico consente di riversare il materiale in un secondo trasportatore, che si sviluppa in direzione parallela all'asse caldaia, per l'intera lunghezza di quest'ultima, al di sotto delle tramogge della sezione convettiva.

Tale secondo trasportatore, il cui primo ingresso è costituito dall'interfaccia con il primo trasportatore, è anch'esso a doppia catena e raschietti per alte temperature, e raccoglie anche i sette ingressi di ceneri in uscita dalle tramogge della convettiva. L'interfaccia tra quest'ultime ed il

trasportatore è costituita da valvole a doppio clapet, realizzate ad hoc per alte temperature, a passaggio maggiorato e con dispositivo di chiusura a piattello auto-regolante.

Ognuno degli ingressi sopra descritti è provvisto di giunto di dilatazione, capace di assorbire le dilatazioni dovute alle variazioni di temperatura, doppio fondo di dosaggio del materiale in ingresso e portella di ispezione.

Lo scarico principale del trasportatore sotto convettiva carica una valvola a doppio clapet e, in cascata, un vaglio vibrante per alte temperature del tipo a rete inox con luce netta di passaggio 40 mm. Il sottovaglio viene raccolto in una coclea di trasferimento a spira continua rinforzata, che trasferisce le ceneri in un elevatore a tazze.

L'elevatore è del tipo a doppia catena con anelli calibrati e scarica il prodotto in una valvola a doppio clapet capace di isolare il sistema di caricamento dal silo di stoccaggio ceneri.

Il trasportatore sotto convettiva, a monte dello scarico principale, è inoltre dotato di uno scarico di emergenza e bypass, che viene abilitato con l'apertura di una serranda a lama ad azionamento pneumatico che permette lo scarico diretto di tutte le ceneri in una valvola a doppio clapet installata in ingresso alla tramoggia polmone di raffreddamento per essere successivamente scaricate in big-bags.

Il medesimo polmone di raffreddamento è utilizzato anche per lo stoccaggio e successivo invio ai big-bags degli elementi di medio grande pezzatura che vengono trattenuti dal vaglio vibrante.

I trasportatori, i vagli, le coclee e gli elevatori a tazze sono tutti installati a quota +10,00 m e superiori. I polmoni di raffreddamento sono installati a quota + 5,00 m, nei locali occupati dai sistemi di scaricamento dei silos di stoccaggio dei residui della depurazione fumi. Le bocche di carico dei big-bags sono all'interno del corridoio di caricamento dei residui su camion. In tal modo eventuali dispersioni di polveri (da big-bags o da camion) sono confinati all'interno del medesimo ambiente, a sua volta chiuso verso l'esterno, al fine di ridurre le emissioni verso l'ambiente esterno ed al fine di un più efficace intervento di rimozione delle stesse con sistemi di aspirazione e pulizia.

9 SEZIONE IMPIANTISTICA DI DEFERRIZZAZIONE ED ALLONTANAMENTO DELLE SCORIE

9.1 GENERALITÀ

Il presente capitolo definisce le caratteristiche generali peculiari del sistema di movimentazione e stoccaggio delle scorie di combustione, derivanti dal processo di trattamento termico dei rifiuti all'interno dei sistemi di combustione a griglia.

Ai sensi della normativa vigente, le scorie da incenerimento rifiuti (in funzione della loro composizione) sono classificate come rifiuto non pericoloso.

Le scorie, derivanti dalla termovalorizzazione dei rifiuti, si formano all'interno del sistema di combustione a griglia e si vanno accumulando nella parte terminale, dalla quale cadono, per gravità, in un estrattore a gondola in bagno d'acqua, facente parte del sistema forno-caldia. Da questo, tramite una tavola vibrante con sistema integrato di deferrizzazione, le scorie vengono movimentate sino a raggiungere la relativa fossa di stoccaggio.

Il sistema di trasporto, deferrizzazione e stoccaggio scorie viene concepito con lo scopo di automatizzare il processo di trasferimento delle scorie e delle ceneri fini sottogriglia dallo scarico del forno a griglia alla fossa adiacente allo scopo dedicata.

Il trasporto delle scorie è un servizio particolarmente impegnativo in quanto il materiale da trasportare è eterogeneo, presenta pezzatura e consistenza varia, ha buon contenuto di umidità e contiene, con frequenza variabile, materiali ferrosi e incombusti di vario genere e natura.

Le caratteristiche del servizio presuppongono comunque che l'impianto abbia funzionamento di tipo continuo, di massima affidabilità, tale da prevedere manutenzioni esclusivamente durante i periodi di fermata programmata. In aggiunta a ciò, è necessario adottare tutte le misure disponibili atte sia a garantire la pulizia interna delle apparecchiature sia a preservare la zona di installazione da accumuli indesiderati di residui, fanghiglia e percolamenti.

9.2 DESCRIZIONE DEL SISTEMA

Sullo scarico di ogni griglia è installato un estrattore in bagno d'acqua ad azionamento oleodinamico che raccoglie sia le ceneri fini sottogriglia sia le scorie ingombranti che si formano sopra la griglia. Il bagno d'acqua ha lo scopo di spegnere il materiale mentre uno spintore, che viene azionato a intervalli regolari, lo comprime convogliandolo nel canale di scarico. Pertanto il materiale, sulla bocca di scarico dell'estrattore, si presenta caldo, compattato e con un grado indicativo di umidità pari al 20%.

La soluzione individuata prevede, in uscita dall'estrattore in bagno d'acqua di ciascuna linea, l'installazione di un trasportatore a canale vibrante che permette lo scomattamento delle scorie e la formazione di una vena di trasporto ampia e ben distribuita, fino allo scarico, previa deferrizzazione, nella fossa di stoccaggio.

L'intero letto del canale vibrante è realizzato in lamiera piegata rivestita, nella parte a contatto con le scorie, con lamiere in materiale antiusura bullonate e, quindi, facilmente sostituibili.

In corrispondenza della parte terminale del canale vibrante è installato il deferizzatore per separare il materiale ferroso presente nelle scorie. La conformazione del tratto terminale del canale e la buona distribuzione del materiale su di esso contribuiscono all'efficacia del processo di separazione. Inoltre, il tratto del canale in corrispondenza del deferizzatore è realizzato in acciaio inossidabile AISI 304 in modo tale da evitare fenomeni di magnetizzazione del canale medesimo che renderebbero inefficace l'azione del deferizzatore.

Il deferizzatore, posto ortogonalmente alla direzione di flusso delle scorie, è del tipo a nastro e a magneti permanente ed è montato ad una distanza indicativa, comunque regolabile, di 400 mm dalla vena. Tale distanza permette un ottimo compromesso fra la capacità di selezione del ferroso e la funzionalità dell'intero sistema.

Il materiale ferroso intercettato ed estratto dalla vena di materiale fluente sulla tavola vibrante sarà trascinato dal nastro separatore per tutta la sua estensione sino al punto di rilascio, situato sulla verticale di un cassone metallico posto a terra.

Un cassone con capacità di 3 m³ può quindi garantire una adeguata autonomia di stoccaggio ed una sua facilità di movimentazione per svuotamento e riposizionamento. La zona di posizionamento dei cassoni, necessariamente in prossimità del separatore, è facilmente raggiungibile da un mezzo operatore (muletto) che accede all'interno del fabbricato GVG tramite i portoni dedicati.

I canali vibranti sono fissati direttamente a terra, con i principali componenti e macchinari posti al piano di calpestio. Essi pertanto risultano ispezionabili e manutenibili da terra rendendo inutile prevedere passerelle e/o impalcati a questo scopo.

I separatori magnetici sono sospesi a una quota indicativa di +3.00 m mediante una struttura di sostegno in profilati metallici.

Tutto il sistema di trasferimento e deferrizzazione scorie è opportunamente dotato di protezioni laterali e superiori e la zona di deferrizzazione è opportunamente carenata; analogamente è protetta la zona di entrata del canale vibrante in fossa scorie che, per questo motivo, è isolata rispetto alla zona di installazione del sistema.

La fossa di stoccaggio delle scorie, realizzata in cemento armato gettato in opera, presenta la quota d'imposta del fondo a -5,00 m. Il sistema di movimentazione delle scorie in fossa è costituito da due carriponte, muniti di benna bivalve, di portata pari a 9 tonnellate e comandati dalla cabina gruista dedicata. Un corridoio adiacente un lato della fossa, al quale si accede dalla viabilità perimetrale di impianto, consente il transito e la sosta dei mezzi destinati al caricamento e al successivo allontanamento delle scorie. Lungo il corridoio sono dislocate manichette di lavaggio per la pulizia del piano di passaggio e delle ruote degli automezzi; l'acqua di lavaggio è raccolta tramite una rete fognaria dedicata.

Le dimensioni in pianta della fossa sono di circa 4,5 m di larghezza per 32 m di lunghezza. Considerando un'altezza del livello medio di stoccaggio pari a 3 m (-2 m rispetto al piano di campagna), il volume utile è pari a circa 500 m³. Considerando una capacità di incenerimento a regime di circa 440 t/g di rifiuti, una percentuale di scorie di circa il 20% ed un loro peso specifico di circa 1,1 t/m³, la fossa risulta dimensionata per lo stoccaggio circa 550 tonnellate, corrispondenti a circa sei giorni di funzionamento a regime dell'impianto.

10 SEZIONE IMPIANTISTICA DI DEPURAZIONE FUMI

10.1 GENERALITÀ

Il capitolo in oggetto tratta della sezione impiantistica della depurazione fumi anche definita in seguito come Sistema di Depurazione dei Fumi (SDF).

Il Sistema di Depurazione dei Fumi, completamente a secco, è costituito da:

- prima sezione non catalitica di abbattimento degli ossidi azoto;
- sezione di abbattimento delle polveri, degli inquinanti acidi e dei microinquinanti.
- seconda sezione catalitica di abbattimento degli ossidi di azoto

Il sistema depurazione fumi (SDF) è installato all'interno del "fabbricato SDF e ciclo termico".

L'abbattimento degli ossidi di azoto avviene dapprima mediante un processo SNCR (Selective Non Catalytic Reduction o Riduzione Selettiva Non Catalitica) che prevede l'iniezione di soluzione ammoniacale nel sistema di combustione. Successivamente una seconda sezione per l'abbattimento degli ossidi di azoto, posta alla fine della linea di depurazione fumi, viene eseguita iniettando una soluzione ammoniacale (agente riducente) su un catalizzatore con materiale di substrato TiO_2 (biossido di titanio) e metalli quali Vanadio, Tungsteno e/o Molibdeno come centri attivi (riduzione catalitica selettiva SCR).

La neutralizzazione degli inquinanti acidi e l'abbattimento dei microinquinanti avviene mediante un sistema posizionato a valle del generatore di vapore, costituito da due stadi in serie di reazione e di abbattimento, che prevede l'iniezione di idrossido di calcio e carboni attivi in polvere per l'abbattimento degli inquinanti acidi, delle diossine, dei furani e dei metalli pesanti, e di bicarbonato di sodio per completare la neutralizzazione degli inquinanti acidi.

Due filtri a maniche disposti in serie permettono di separare le polveri, generate dalla combustione e dalle reazioni degli inquinanti con i reagenti chimici, dalla corrente gassosa da depurare.

Le polveri separate nei filtri a maniche vengono inviate ai silos di stoccaggio e successivamente allontanate mediante autocisterne.

Un ventilatore di estrazione permette di scaricare i fumi al camino e di mantenere la linea di termovalorizzazione in depressione.

10.2 DESCRIZIONE DEL SISTEMA

Il sistema SDF è costituito da:

➤ **Due Linee parallele di Depurazione Fumi, ciascuna delle quali comprendente:**

- SNCR: sistema non catalitico per la riduzione degli ossidi di azoto costituito da una serie di lance con ugelli, posizionate su più livelli, per l'iniezione di soluzione ammoniacale al 24% in camera di post – combustione;
- Primo stadio – iniezione di calce idrata e carbone attivo costituito da:

- o Reattore in linea per l'introduzione di calce idrata e carbone attivo;
- o Filtro a maniche modulare e sezionabile, completo di sistema di raccolta e trasporto dei residui, scarico di emergenza in big-bags, serrande per la tenuta dei comparti (ingresso-uscita) e del circuito di preriscaldamento;
- Secondo stadio – iniezione di bicarbonato e carbone attivo costituito da:
 - o Reattore verticale per l'introduzione di bicarbonato di sodio e carbone attivo;
 - o Filtro a maniche modulare e sezionabile, completo di sistema di raccolta e trasporto dei residui, scarico di emergenza in big-bags, serrande per la tenuta dei comparti (ingresso-uscita) e del circuito di preriscaldamento;
- Scambiatore a vapore, da spillamento turbina, per il post riscaldamento dei fumi;
- SCR: sistema catalitico del tipo a nido d'ape per la riduzione degli ossidi di azoto, completo di by – pass di emergenza e di sistema di iniezione della soluzione ammoniacale al 24%;
- Ventilatore estrazione fumi, completo di silenziatore sulla mandata;
- Scambiatore di calore recuperativo fumi – condensato;
- Canna metallica di emissione fumi in atmosfera;
- **Sistema di stoccaggio e dosaggio della calce idrata comprendente:**
 - due silos di stoccaggio del reagente (comuni alle due linee) con due bocche di scarico ciascuno;
 - due coclee reversibili per l'estrazione del reagente e per la sua alimentazione a quattro sistemi di dosaggio;
 - due sistemi di dosaggio del reagente completi di celle di pesata per la Linea 1;
 - due rotocelle di dosaggio/tenuta ed eiettori per Linea 1;
 - due sistemi di dosaggio del reagente completi di celle di pesata per la Linea 2;
 - due rotocelle di dosaggio/tenuta ed eiettori per Linea 2.
- **Sistema di stoccaggio e dosaggio del ricircolo dei residui dal primo filtro a maniche comprendente:**
 - un silos di stoccaggio dei residui con due bocche di scarico per Linea 1;
 - due sistemi di dosaggio del reagente per Linea 1;
 - due rotocelle di dosaggio/tenuta ed eiettori per Linea 1;
 - un silos di stoccaggio dei residui con due bocche di scarico per Linea 2;
 - due rotocelle di dosaggio/tenuta ed eiettori per Linea 2;
 - due rotocelle di dosaggio/tenuta ed eiettori per Linea 2.
- **Sistema di stoccaggio e dosaggio del carbone attivo comprendente:**
 - un silos di stoccaggio del reagente (comune alle due linee) a servizio di 6 sistemi di dosaggio;
 - due coclee di dosaggio del carbone attivo complete di celle di pesata per il primo stadio della Linea 1;

- due rotocelle di dosaggio/tenuta ed eiettore per il primo stadio della Linea 1;
 - una coclea di dosaggio del carbone attivo completa di celle di pesata per il secondo stadio della Linea 1;
 - una rotocella di dosaggio/tenuta ed eiettore per il secondo stadio della Linea 1;
 - due coclea di dosaggio del carbone attivo complete di celle di pesata per il primo stadio della Linea 2;
 - due rotocella di dosaggio/tenuta ed eiettore per il primo stadio della Linea 2;
 - una coclea di dosaggio del carbone attivo completa di celle di pesata per il secondo stadio della Linea 2;
 - una rotocella di dosaggio/tenuta ed eiettore per il secondo stadio della Linea 2;
- **Sistema per il trasporto della calce idrata, del carbone attivo e dei residui di ricircolo costituito da:**
- una soffiante completa di cappotta acustica per la Linea 1;
 - una batterie di preriscaldamento per la Linea 1;
 - due serie di tubazioni per il trasporto del reagente per la Linea 1;
 - una soffiante completa di cappotta acustica per la Linea 2;
 - una batterie di preriscaldamento per la Linea 2;
 - due serie di tubazioni per il trasporto del reagente per la Linea 2;
 - una soffiante di riserva (comune alle due linee) completa di cappotta acustica;
 - una batterie di preriscaldamento di riserva (comune alle due linee).
- **Sistema di stoccaggio, preparazione e trasporto del bicarbonato di sodio comprendente:**
- un silos di stoccaggio del reagente (comune alle due linee) con quattro bocche di scarico;
 - quattro sistemi di estrazione del reagente (coclea o rotocella) su quattro sistemi di dosaggio (2 in funzione + 2 di riserva);
 - due sistemi di dosaggio (completi di celle di pesata), macinazione e trasporto reagente per la Linea 1;
 - due serie di tubazioni per il trasporto del reagente per la Linea 1;
 - due sistemi di dosaggio (completi di celle di pesata), macinazione e trasporto reagente per la Linea 2;
 - due serie di tubazioni per il trasporto del reagente per la Linea 2.
- **Sistema di trasporto e stoccaggio dei residui provenienti dal primo filtro a maniche (PCR) comprendente;**
- tramoggia di accumulo e distribuzione dei PCR sui due propulsori Linea 1;
 - due propulsori pneumatici per il trasporto PCR Linea 1;
 - due linee di trasporto per convogliamento fino ai sili di stoccaggio CV – PCR;

- sistema di deviazione per indirizzo in silo di ricircolo Linea 1 o in sili di stoccaggio;
- tramoggia di accumulo e distribuzione dei PCR sui due propulsori Linea 2;
- due propulsori pneumatici per il trasporto PCR Linea 2;
- due linee di trasporto per convogliamento fino ai sili di stoccaggio CV – PCR;
- sistema di deviazione per indirizzo in silo di ricircolo Linea 2 o in sili di stoccaggio.
- **Due sili di stoccaggio per le ceneri volanti ed i PCR ciascuno di essi completo di celle di pesata, coclea di estrazione, rompigrumi e scaricatore telescopico;**
- **Sistema di trasporto e stoccaggio dei residui provenienti dal secondo filtro a maniche (PSR);**
 - tramoggia di accumulo e distribuzione dei PSR sui due propulsori Linea 1;
 - due propulsori pneumatici per il trasporto PSR Linea 1;
 - due linee di trasporto per convogliamento fino ai sili di stoccaggio PSR;
 - tramoggia di accumulo e distribuzione dei PSR sui due propulsori Linea 2;
 - due propulsori pneumatici per il trasporto PSR Linea 2;
 - due linee di trasporto per convogliamento fino ai sili di stoccaggio PSR.
- **Due sili di stoccaggio per i PSR ciascuno di essi completo di celle di pesata, coclea di estrazione, rompigrumi e scaricatore telescopico;**
- **Sistema di stoccaggio e dosaggio della soluzione ammoniacale comprendente:**
 - un serbatoio di stoccaggio del reagente (comune alle due linee);
 - due pompe di caricamento del serbatoio (1 in esercizio + 1 di riserva)
 - un sistema di alimentazione del reagente costituito da due pompe (1 in esercizio + 1 di riserva);
 - un gruppo di regolazione della portata di reagente al sistema SNCR della Linea 1;
 - un gruppo di regolazione della portata di reagente al sistema SNCR della Linea 2.
 - un gruppo di regolazione della portata di reagente al sistema SCR della Linea 1;
 - un gruppo di regolazione della portata di reagente al sistema SCR della Linea 2.

10.3 DESCRIZIONE DEI COMPONENTI

10.3.1 SNCR

Il modulo di dosaggio è costituito da uno skid di regolazione posizionato in prossimità del GV ed è gestito da un sistema di controllo (PLC) dedicato.

Le lance di iniezione e nebulizzazione del sistema SNCR sono posizionate su più livelli del primo canale radiante del generatore di vapore, ciascuno dei quali suddiviso in diversi punti di iniezione.

Le lance suddette sono estraibili ed equipaggiate con ugelli atomizzatori (liquido/aria) dimensionati per le portate richieste.

10.3.2 REATTORI

I reattori prevedono gli ingressi per l'iniezione della calce idrata, del carbone attivo e del bicarbonato di sodio.

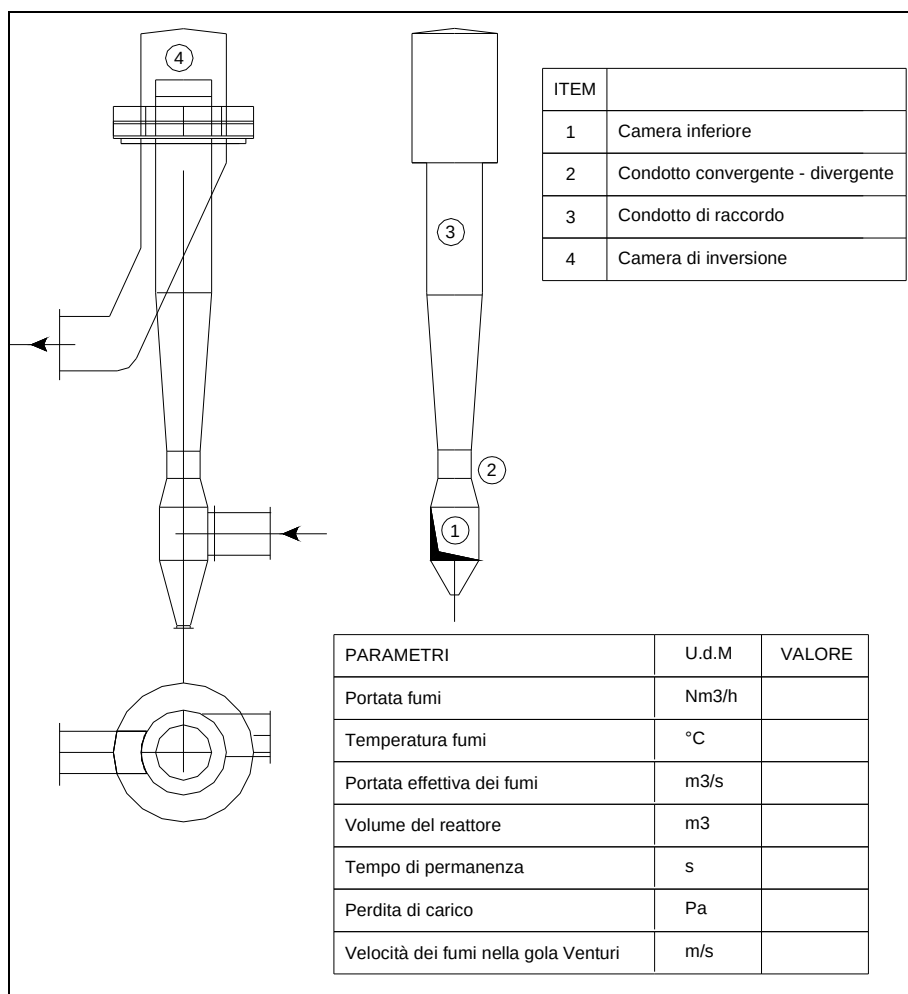
Il reattore del primo stadio è del tipo in linea. Il reattore in linea serve a disperdere uniformemente i reagenti solidi iniettati nella corrente dei fumi.

La posizione del reattore viene stabilita in modo da massimizzare il tempo di contatto fra fumi e reagenti prima del loro ingresso nel filtro a maniche.

Il reattore in oggetto è costituito, in linea di massima, da un condotto circolare all'interno del quale sarà realizzato un dispositivo, miscelatore statico, che provocando una variazione nelle traiettorie del flusso, dovuta alla diversa energia cinetica del gas e delle particelle solide, determina la miscelazione tra corrente gassosa e reagenti.

Il miscelatore statico, dovendo creare turbolenza nei fumi, si accompagna sempre ad una certa perdita di carico che deve essere abbastanza limitata (all'incirca 200 - 400 Pa), in quanto l'energia del ventilatore è preferibile sia impiegata per altre apparecchiature più importanti.

Il reattore del secondo stadio sarà del tipo verticale.



Tipico reattore verticale

La camera inferiore funziona da camera di ingresso dei fumi e la sua configurazione geometrica è studiata in modo da evitare l'accumulo di polveri.

Il reagente è iniettato nel reattore verticale attraverso un dispositivo che permette di generare un'elevata turbolenza nel flusso provocando un'efficiente miscelazione fra fumi e reagenti.

Il mantello cilindrico a forma di cappello funziona da camera di inversione del flusso fumi verso il basso dove gli stessi sono convogliati alla sezione di uscita del reattore, intimamente miscelati con le polveri ed i reagenti che proseguono poi la loro funzione sul filtro a maniche.

L'abbattimento degli inquinanti nel reattore avviene combinando in modo adeguato i seguenti fattori:

- proporzione fumi/reagenti;
- tempo di permanenza;
- velocità di passaggio;
- turbolenza.

Lo scambio di materia che si verifica tra gas e reagente in polvere è correlato alla perdita di carico dell'apparecchiatura ed aumenta all'aumentare della stessa.

10.3.3 FILTRI A MANICHE

Il filtro a maniche è costituito da una serie di maniche di tessuto tubolare sostenuto tramite un cestello portante interno, in acciaio trattato mediante cataforesi

Nel complesso si distinguono generalmente tre zone:

- la zona di filtrazione (ove i fumi, lambendo dall'esterno le maniche, attraversano il tessuto depositandovi le particelle);
- la zona superiore o di evacuazione (ove i fumi vengono avviati al successivo trattamento dopo essere stati aspirati dall'alto delle maniche);
- la zona inferiore o tramoggia di raccolta (dove le particelle vengono precipitate);

I filtri utilizzati sono del tipo a celle escludibili, intercettate a monte e valle da serrande servoassistite, per consentire interventi di manutenzione con filtro in marcia. Quando si avrà una cella fuori servizio sarà possibile trattare l'intera portata dei fumi nelle celle rimanenti, senza limitazioni dei valori garantiti delle emissioni in atmosfera e senza necessità di riduzione del carico.

Le tramogge di scarico sono tracciate elettricamente per prevenire fenomeni di condensazione, rischi di corrosione ed agevolare lo scarico del materiale particolato. Le tramogge sono inoltre dotate di interruttore di livello in modo da poter rilevare eventuali ponti di particolato o avarie al sistema di scarico.

E' previsto un sistema di lavaggio delle maniche comandato da un pannello elettronico per il comando del ciclo di pulizia in base alle perdite di carico.

Il lavaggio delle maniche è ad impulsi ed in controcorrente mediante aria compressa essiccata e disoleata.

La frequenza di lavaggio delle maniche sarà regolata in modo tale che la perdita di carico del filtro si mantenga a valori costanti, atti ad assicurare alta efficienza nella depolverazione e nel trattamento chimico-fisico degli inquinanti.

Una sonda di misura della concentrazione delle polveri (di tipo triboelettrica) a valle di ciascun filtro permette di rilevare, in tempo reale, eventuali danneggiamenti subiti dalle maniche filtranti.

Per impedire la condensazione acida sulle maniche filtranti durante l'avviamento dell'impianto e/o di un singolo compartimento dopo la sua esclusione, viene previsto un sistema di preriscaldamento che consentirà di immettere i fumi ad una adeguata temperatura.

I filtri a maniche non sono dotati di condotto di by-pass.

10.3.4 SCAMBIATORE DI CALORE RISCALDATORE FUMI – VAPORE

Lo scambiatore in oggetto è installato a monte del sistema catalitico di riduzione degli ossidi di azoto allo scopo di mantenere la temperatura al di sopra dei 190 °C, necessaria per il corretto funzionamento del reattore catalitico, sfruttando il calore posseduto dal vapore proveniente da uno spillamento della turbina.

Lo scambiatore è installato a valle del filtro a maniche del secondo stadio pertanto essendo attraversato da fumi depolverati è del tipo a tubi alettati. Si ottiene in tal modo un sensibile aumento del coefficiente di scambio termico, con significativa riduzione della superficie di scambio e dell'ingombro della apparecchiatura.

Il vapore circola in serpentine in controcorrente al flusso dei fumi e raffreddandosi si condensa e viene raccolto in un apposito serbatoio dotato di controllo di livello. Il condensato attraversa il secondo banco di sottoraffreddamento dello scambiatore e viene poi trasferito al degasatore.

La regolazione della temperatura dei fumi avviene controllando la portata del vapore in ingresso allo scambiatore di calore.

10.3.5 SCR

La sezione di riduzione catalitica degli ossidi di azoto prevede essenzialmente i seguenti componenti:

- modulo di dosaggio costituito da uno skid di regolazione;
- sistema di iniezione di soluzione ammoniacale (24% NH_3 in acqua) costituito da:
 - o un vaporizzatore dell'ammoniaca dove la soluzione viene iniettata in fumi riciccolati da uno stacco a valle del ventilatore di estrazione;
 - o griglia di iniezione dei fumi riciccolati contenenti ammoniaca;
- reattore SCR;

L'iniezione della soluzione ammoniacale avviene mediante delle lance con ugelli di atomizzazione ad aria compressa che sono in grado di garantire una rapida e completa vaporizzazione dell'ammoniaca stessa.

I fumi contenenti ammoniaca vengono poi immessi in linea attraverso una griglia che garantisce la distribuzione uniforme del reagente nel condotto e quindi il migliore utilizzo del catalizzatore.

Il catalizzatore è del tipo a nido d'ape e è configurato con due strati più uno strato vuoto disponibile per futuri alloggiamento.

Ciascuno strato è composto da elementi modulari facilmente movimentabile mediante dei paranchi installati a bordo macchina.

La temperatura operativa di funzionamento del reattore catalitico sarà ≥ 190 °C.

10.3.6 VENTILATORE ESTRAZIONE FUMI

Il ventilatore in oggetto è classificato per servizio pesante continuativo senza previsione di fermate e pertanto progettato per garantire la massima affidabilità di esercizio.

Il ventilatore viene dimensionato in modo da far fronte a tutti i carichi di funzionamento dell'impianto.

Il ventilatore di estrazione dei fumi è del tipo centrifugo e deve assicurare l'evacuazione dei fumi al camino in ogni condizione, garantendo la necessaria depressione anche in caso di black – out elettrico.

A questo scopo il ventilatore è equipaggiato con due motori elettrici di cui uno di emergenza che si attiva automaticamente al di sotto di un determinato numero di giri.

Il motore principale del ventilatore di estrazione fumi è azionato da inverter per la regolazione della portata/prevalenza tramite variazione del numero dei giri, ed è equipaggiato con termosonde a protezione delle sovratemperature.

Il motore di emergenza è dotato di doppia alimentazione (alimentazione elettrica da rete e alimentazione preferenziale da gruppo elettrogeno) e viene dimensionato per garantire prevalenza e portata sufficienti a evacuare i fumi provenienti dalla combustione per tutto il tempo necessario alla gestione della fermata in sicurezza della Linea.

10.3.7 SCAMBIATORE DI CALORE RECUPERATORE FUMI - CONDENSE

Lo scambiatore in oggetto è realizzato in acciaio al carbonio rivestito con materiale antiacido per evitare fenomeni di corrosione (lato fumi) a bassa temperatura.

La regolazione della temperatura dei fumi avviene controllando la portata del condensato in ingresso allo scambiatore tramite valvola a tre vie.

10.3.8 STOCCAGGIO E CIRCOLAZIONE SOLUZIONE AMMONIACALE

Il sistema di stoccaggio e circolazione della soluzione ammoniacale è a servizio dei sistemi SNCR ed SCR ed è essenzialmente costituito da:

- 1 serbatoio di stoccaggio;
- 2 pompe di circolazione (1 in funzione + 1 di riserva)

La soluzione ammoniacale viene stoccata in un serbatoio, realizzato in AISI 304, della capacità di 50 m³ rifornito mediante autocisterna.

Il serbatoio è dotato di: tubazione di caricamento con attacco rapido, valvola di sicurezza, sfiato in serbatoio di tenuta con guardia idraulica per evitare che vi siano fughe di vapori di ammoniaca.

L'autocisterna per l'approvvigionamento viene collegata mediante una tubazione di carico e una tubazione di bilanciamento.

Il serbatoio è installato all'interno di una vasca in calcestruzzo per il contenimento di eventuali sversamenti accidentali di materiale.

La zona è inoltre presidiata anche da strumentazione per la rivelazione di vapori di ammoniaca che al raggiungimento del valore di soglia attivano un sistema sprinkler di lavaggio per l'abbattimento delle eventuali fughe.

10.3.9 STOCCAGGIO E DOSAGGIO CALCE IDRATA

La calce idrata viene approvvigionata mediante autocisterne e stoccata all'interno di due sili di capacità di 100 m³ ciascuno, realizzati in acciaio al carbonio verniciato.

Allo scopo di evitare impaccamenti del materiale sono utilizzati i seguenti accorgimenti:

- parte terminale con tramogge ad elevata inclinazione;
- cannoni rompiponte ad aria compressa;

Ciascun silo è dotato di un dispositivo di sfiato che viene convogliato all'inizio del SDF per azzerare il rischio di dispersioni accidentale di polveri nell'ambiente.

Sulla bocca di uscita di ciascuna tramoggia dei sili viene installata una serranda a ghigliottina, per l'intercettazione del prodotto in uscita.

La calce idrata è estratta dai due sili attraverso due coclee di estrazione (1 in marcia + 1 di riserva), comuni ai due sili, per il caricamento dei sistemi di dosaggio delle due linee. La calce idrata uscente dalla coclea di dosaggio entra in una rotocella che alimenta la linea di trasporto pneumatico nella quale sono iniettati anche il carbone attivo ed il ricircolo dei residui del primo stadio (PCR).

Le coclee di dosaggio sono servite da un motore azionato da inverter per la regolazione del reagente e sono dotate di sistema di pesatura per la quantificazione istantanea del materiale dosato.

La calce idrata (insieme ai carboni attivi e PCR riciccolati) è trasportata con un sistema pneumatico costituito da 3 soffianti (1 per linea + 1 di riserva comune) batterie a vapore di preriscaldamento a valle delle quali, con lo scopo di mantenere la temperatura a valori ottimali di funzionamento. Per garantire la massima disponibilità della sezione di dosaggio e trasporto del reagente, il progetto prevede, per ciascuna linea di depurazione, la realizzazione di due serie di tubazioni di trasporto dei reagenti dosati indipendenti (1 in funzione e 1 di riserva).

10.3.10 STOCCAGGIO E DOSAGGIO RICIRCOLO PCR

I due sili di stoccaggio del ricircolo PCR (uno per linea) hanno una capacità di 15 m³ ciascuno e sono realizzati in acciaio al carbonio verniciato. Allo scopo di evitare impaccamenti i sili sono completamente tracciati e coibentati e ciascuno di essi termina con due tramogge ad elevata inclinazione.

I sili per lo stoccaggio del ricircolo sono attrezzati in maniera analoga ai sili di stoccaggio della calce idrata.

Le coclee di dosaggio sono asservite ad un motore azionato da inverter per la regolazione del reagente.

Il sistema di trasporto è in comune con la calce idrata

10.3.11 STOCCAGGIO E DOSAGGIO CARBONI ATTIVI

I carboni attivi sono approvvigionati mediante autocisterne e stoccati all'interno di un silo da 30 m³ realizzato in acciaio al carbonio dal quale sarà possibile servire entrambe le linee di depurazione fumi.

Allo scopo di evitare impaccamenti del materiale sono previste 6 tramogge di scarico ad elevata inclinazione.

Il silo è dotato di un dispositivo di sfiato che viene convogliato all'inizio del SDF per azzerare il rischio di dispersioni accidentale di polveri nell'ambiente.

Su ciascuna bocca di uscita di ciascuna tramoggia del silo è installata una serranda a ghigliottina, per l'intercettazione del prodotto in uscita.

Da ciascuna tramoggia è possibile alimentare una coclea dosatrice servita da un motore azionato da inverter per la regolazione del reagente e dotata di sistema di pesatura per la quantificazione istantanea del materiale dosato.

Il sistema di trasporto è in comune con la calce idrata

10.3.12 STOCCAGGIO E DOSAGGIO BICARBONATO DI SODIO

Il bicarbonato di sodio sarà approvvigionato mediante autocisterne e stoccato all'interno di un silos da 100 m³, comune alle due linee di depurazione fumi.

Allo scopo di evitare impaccamenti del materiale sono utilizzati i seguenti accorgimenti:

- parte terminale con tramogge ad elevata inclinazione;
- cannoni rompiponte ad aria compressa;

Il silo è dotato di un dispositivo di sfiato che viene convogliato all'inizio del SDF per azzerare il rischio di dispersioni accidentale di polveri nell'ambiente.

Il bicarbonato di sodio disponibile sul mercato ha una granulometria oscillante da 0 a 1 mm ed, a causa della sua igroscopicità e della tendenza ad impaccarsi rapidamente quando è micronizzato, non può essere immagazzinato già macinato; pertanto, esso deve essere dosato e macinato contemporaneamente, immediatamente prima della sua iniezione nell'impianto di depurazione.

Le coclee di dosaggio sono servite da un motore azionato da inverter per la regolazione del reagente e sono dotate di sistema di pesatura per la quantificazione istantanea del materiale dosato.

Le coclee inviano il bicarbonato di sodio ai mulini di macinazione che provvedono alla sua micronizzazione. Il bicarbonato micronizzato viene trasportato pneumaticamente per mezzo di un ventilatore in linea fino al reattore verticale del secondo stadio di filtrazione.

Per garantire la massima disponibilità del sistema di dosaggio, macinazione e trasporto del reagente il progetto prevede, per ciascuna linea di depurazione, la realizzazione di due sistemi paralleli e indipendenti (1 in funzione e 1 di riserva).

10.3.13 PRODOTTI RESIDUI

I componenti per lo stoccaggio ed il trasporto dei prodotti residui del SDF garantiscono la perfetta tenuta per evitare dispersioni di polveri nell'ambiente.

I trasportatori meccanici per i prodotti residui sono di due tipi:

- trasportatori redler a catena raschiante;
- trasportatori a coclea, se funzionano da distributori.

I sistemi di trasporto pneumatico per i residui sono completamente ridondati, ovvero sono costituiti da due linee, una di riserva all'altra, che vengono però utilizzate alternativamente in normale esercizio.

Ciascuna linea di trasporto pneumatico è costituito da:

- propulsore pneumatico;
- tubazione di trasporto;
- sezione di stoccaggio dei residui comune.

I propulsori e le tubazioni di trasporto dei residui ai sili di stoccaggio sono completamente tracciati e coibentati per impedire che nel propulsore, per raffreddamento delle polveri, si formino grumi o impaccamenti eccessivi..

Per migliorare la durata delle linee di trasporto ed impedire l'accidentale foratura delle linee stesse, con conseguente dispersione delle polveri nell'ambiente, queste vengono realizzate con raggi di curvatura più ampi possibile.

I silos di stoccaggio dei residui della depurazione fumi hanno le seguenti capacità:

- 2 silos da 150 m³ per lo stoccaggio di CV e PCR
- 2 silos da 80 m³ per lo stoccaggio dei PSR.

I silos del PCR hanno un diametro di 3.800 mm ca. ed un'altezza del fasciame di 15.000 mm ca.

I silos del PSR hanno un diametro di 3.000 mm ca. ed un'altezza del fasciame di 12.000 mm ca.

Essi sono realizzati in acciaio al carbonio verniciato.

Ciascun silo è dotato di un dispositivo di sfiato che viene convogliato all'inizio del SDF per azzerare il rischio di dispersioni accidentale di polveri nell'ambiente.

Lo scarico del materiale sugli automezzi avviene tramite degli scaricatori telescopici installati sulla parte inferiore dei silos di stoccaggio ciascuno dotato di:

- dispositivo di recupero perdite con indicatore di livello incorporato;
- quadro elettrico locale con pulsantiera di comando.

Gli scaricatori sono idonei ad interfacciarsi a bocche di carico per cisterne poste su automezzo.

Ciascun silo è completo di scala di accesso al tetto con gabbia di protezione e ballatoio intermedio rompitratta. E' inoltre previsto un parapetto circolare regolamentare di protezione della zona del tetto.

10.3.14 CANNE FUMARIE

La ciminiera è costituita da due canne (una per linea) ciascuna di esse alta 70 m.

Ciascuna canna è coibentata esternamente ed è dotata di tutti i bocchelli necessari per l'installazione della strumentazione costituente il sistema di monitoraggio emissioni (SME) e dei bocchelli di prelievo per il campionamento periodico per le analisi di laboratorio.

L'ingresso dei condotti fumi uscenti dal ventilatore estrattore è ad una quota di ca. 17,5 m.

Il diametro interno di ciascuna canna è stato determinato considerando di avere una velocità superiore a 20 m/s con una portata fumi al camino pari a 75.000 Nm³/h e corrisponde a 1,4 m.

10.4 DATI DI PROGETTO

10.4.1 GENERALI

- Portata fumi ingresso alle condizioni nominali (1 linea) : 65.000 Nm³/h
- Temperatura fumi ingresso : 180 °C
- Temperatura fumi uscita : 140 °C

10.4.2 FILTRI A MANICHE

- Tipo..... : A celle escludibili
- Numero di celle di ciascun filtro..... : 4
- Superficie filtrante per ciascun filtro : > 2.500 m²
- Temperatura fumi di esercizio..... : 180 °C
- Velocità di filtrazione alle condizioni nominali..... : < 0,8 m/min
- Perdite di carico : 150÷180 mmH₂O

10.4.3 SISTEMA DI RIDUZIONE CATALITICO DEGLI OSSIDI DI AZOTO

- Numero di livelli disponibili per strati di catalizzatore : 3
- Numero di strati di catalizzatore installati : 2
- Temperatura operativa di funzionamento..... : 190 °C
- Perdite di carico : 150 mmH₂O

10.4.4 VENTILATORE ESTRATTORE

- Tipo..... : Centrifugo
- Temperatura in aspirazione : 190 °C
- Pressione totale differenziale : 900 mmH₂O

10.4.5 CAMINO

- Diametro interno : 1.400 mm
- Diametro esterno : 1.600 mm
- Altezza..... : 70 m

10.4.6 STOCCAGGIO REAGENTI

10.4.6.1 Soluzione ammoniacale

- Concentrazione nella soluzione approvvigionata..... : 24 %
- Peso specifico soluzione ammoniacale..... : 900 kg/m³;
- Numero dei serbatoi..... : 1
- Capacità di ciascun serbatoio di stoccaggio..... : 50 m³

10.4.6.2 Calce idrata

- Peso specifico calce idrata..... : 550 kg/m³;

- Numero dei silos : 2 (comuni alle due linee)
- Capacità silos di stoccaggio : 100 m³

10.4.6.3 Ricircolo PCR

- Peso specifico PCR : 550 kg/m³;
- Numero dei silos : 2 (1 per linea)
- Capacità silos di stoccaggio : 15 m³

10.4.6.4 Carbone attivo

- Peso specifico carbone attivo..... : 450 kg/m³;
- Numero dei silos : 1 (comune alle due linee)
- Capacità silos di stoccaggio : 30 m³

10.4.6.5 Bicarbonato di sodio

- Peso specifico bicarbonato : 1.000 kg/m³;
- Numero dei silos : 1 (comune alle due linee)
- Capacità silos di stoccaggio : 100 m³

10.4.7 STOCCAGGIO RESIDUI

10.4.7.1 Ceneri Volanti e Prodotti Calcici Residui (PCR)

- Peso specifico del materiale : 500 ÷ 700 kg/m³;
- Numero silos : 2 (comuni alle due linee);
- Capacità silos di stoccaggio (cadauno) : 150 m³;

10.4.7.2 Prodotti Sodici Residui (PSR)

- Peso specifico del materiale da trasportare : 400 kg/m³;
- Numero silos : 2 (comuni alle due linee);
- Capacità silos di stoccaggio (cadauno) : 80 m³;

11 SISTEMA MONITORAGGIO PROCESSO E SISTEMA MONITORAGGIO EMISSIONI

11.1 GENERALITÀ

Il Capitolo in oggetto del Sistema di Monitoraggio continuo delle emissioni nel Processo (SMP) e del Sistema di Monitoraggio in continuo delle Emissioni al camino (SME).

Il Sistema di Monitoraggio continuo degli inquinanti nel Processo è costituito da una sezione in uscita dal GV ed una sezione in uscita dal primo filtro a maniche (stadio con calce idrata). Le due sezioni prevedono la misura in continuo di CO, HCl, HF, SO₂, NO_x, NH₃, CO₂, H₂O, O₂, temperatura dei fumi.

Il SMP è installato in un locale chiuso all'interno del fabbricato SDF e ciclo termico.

Il Sistema di Monitoraggio Emissioni al camino prevede la misura in continuo di CO, Polveri, HCl, HF, SO₂, NO_x, NH₃, COT (carbonio organico totale), CO₂, H₂O, O₂, temperatura e portata dei fumi.

Il sistema di monitoraggio emissioni al camino è inoltre dotato di un analizzatore in continuo del mercurio e di un campionatore in continuo per le diossine e gli altri microinquinanti.

Infine sulle canne del camino sono presenti i bocchelli per il campionamento dei fumi da sottoporre ad analisi periodiche in laboratorio.

Il SME è installato in un locale posizionato a quota 40,00 m nel fabbricato Camino.

Il SME prevede inoltre l'installazione di un sistema informatico di archiviazione, di seguito identificato come NAS, in cui vengono memorizzati i dati grezzi rilevati dagli strumenti. Con tali dati l'autorità di controllo può, in qualsiasi momento, ricostruire il processo di elaborazione dei dati sviluppato nel sistema e verificarne la correttezza.

11.2 DESCRIZIONE DEL SISTEMA

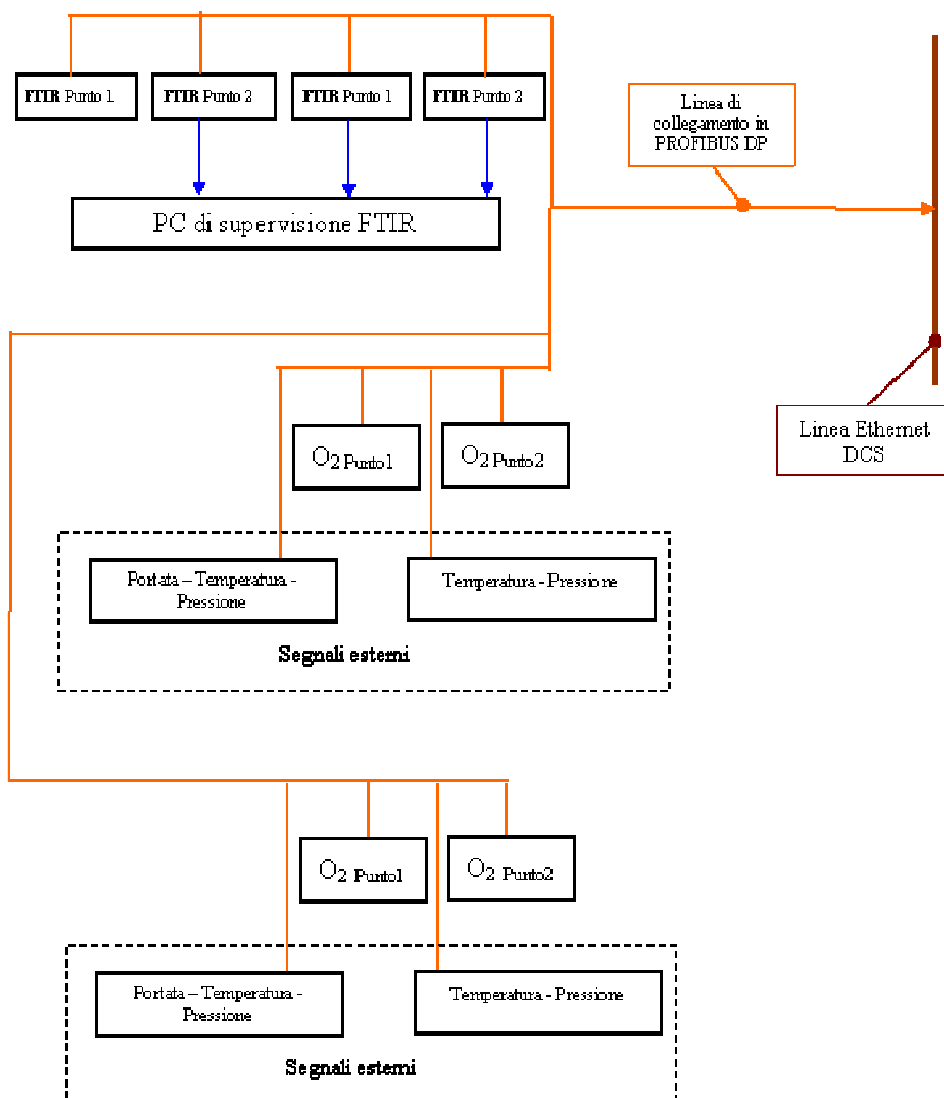
11.2.1 SISTEMA DI MONITORAGGIO PROCESSO

Il sistema di monitoraggio di processo (SMP) è costituito da:

- **Un sistema per ciascuna linea, posizionato in uscita caldaia, comprendente:**
 - Sonda di prelievo fumi, riscaldata e termostata, completa di filtro e relativo sistema automatico di pulizia;
 - 1 Linea riscaldata e termostata;
 - Analizzatore FTIR per HCl, SO₂, NO, NO₂, NH₃, CO, CO₂, H₂O, HF, corredato di modulo aggiuntivo analizzatore, all'ossido di zirconio, per O₂;

- Un sistema per ciascuna linea, posizionato in uscita al primo stadio di depurazione fumi, comprendente:
 - Sonda di prelievo fumi, riscaldata e termostata, completa di sistema automatico di pulizia filtro
 - 1 Linea riscaldata e termostata;
 - Analizzatore FTIR per HCl, SO₂, NO, NO₂, NH₃, CO, CO₂, H₂O, HF, corredato di modulo aggiuntivo analizzatore, all'ossido di zirconio, per O₂;
- Una workstation comune per la gestione di tutti i dati SMP;

Nella figura sottostante vengono rappresentate le connessioni degli analizzatori e della strumentazione del SMP con la rete dati di stabilimento.

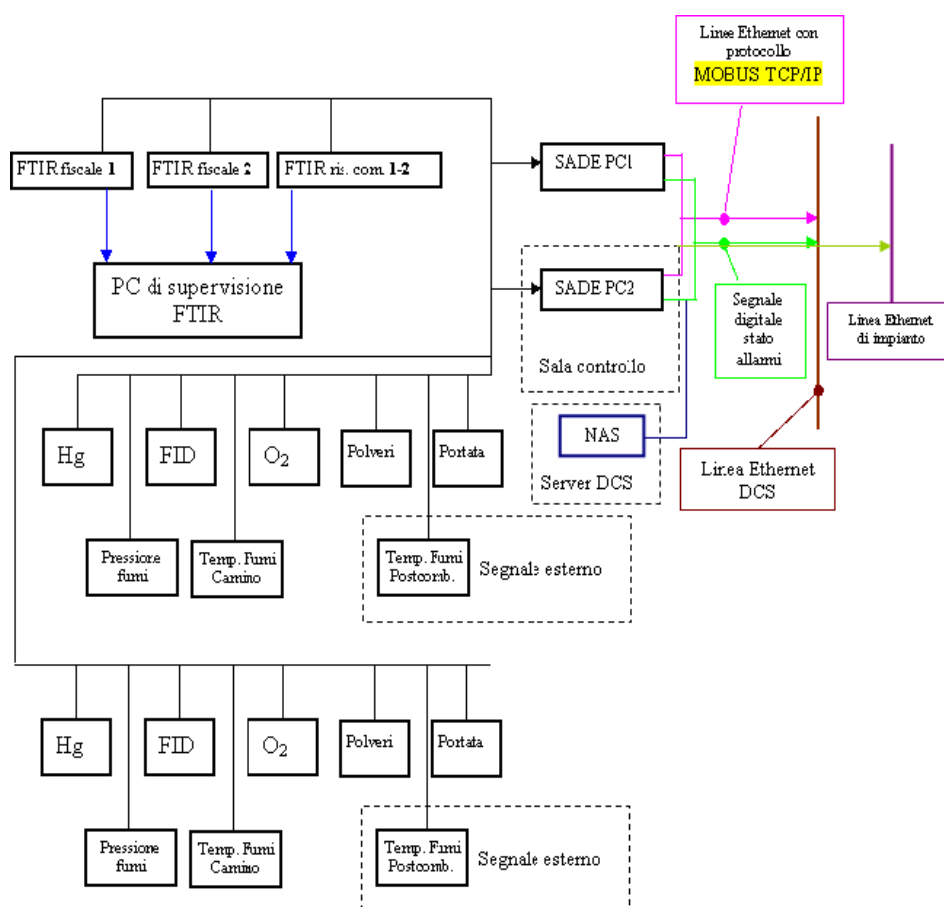
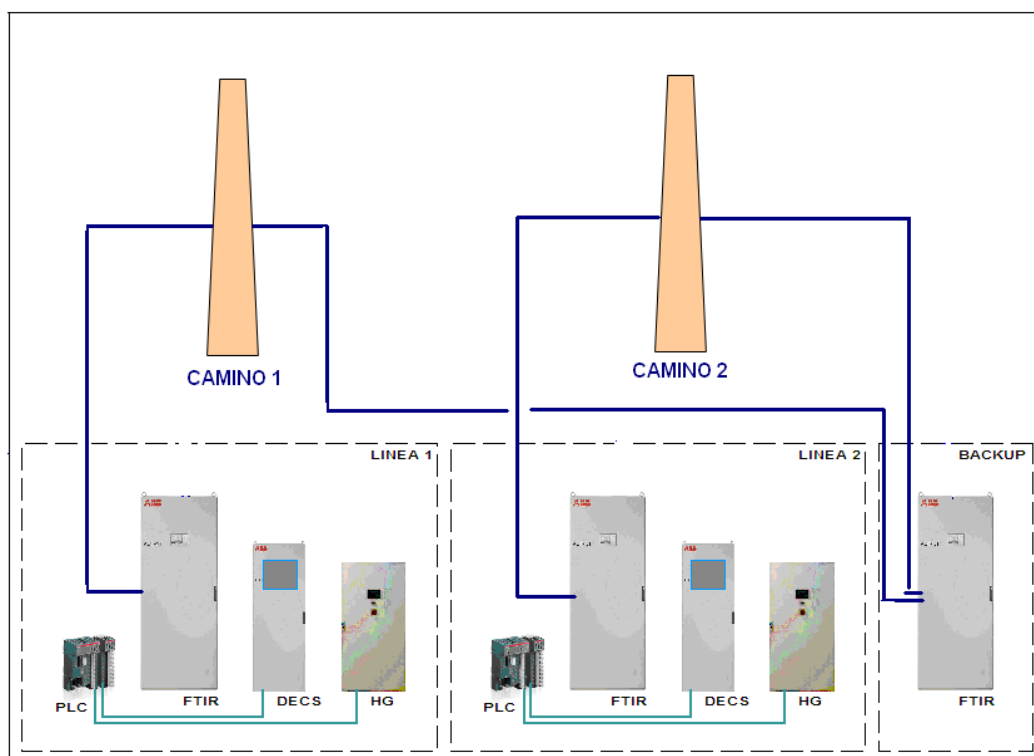


11.2.2 SISTEMA DI MONITORAGGIO EMISSIONI

Il sistema di monitoraggio emissioni (SME) al camino è costituito da:

- **Un sistema per ciascuna linea comprendente:**
 - 1 sonda di prelievo fumi al camino, riscaldata e termostatata, completa filtro e relativo sistema automatico di pulizia;
 - 1 Linea riscaldata e termostatata;
 - Analizzatore FTIR per HCl, SO₂, NO, NO₂, NH₃, CO, CO₂, H₂O, HF, corredato di modulo aggiuntivo analizzatore, all'ossido di zirconio, per O₂ e modulo aggiuntivo analizzatore FID per COT;
 - Analizzatore in continuo per Hg completo di sonda di prelievo e linea riscaldata
 - Campionatore in continuo per i microinquinanti, completi di sonda e linee di campionamento
 - Misuratore di portata;
 - Misuratore di temperatura;
 - Misuratore di pressione assoluta;
 - Analizzatore polveri totali;
- **Un sistema di riserva, comune alle due linee, comprendente:**
 - 2 sonde di prelievo fumi, una per ciascuna canna fumaria, riscaldate e termostatate, complete di filtro e relativo sistema automatico di pulizia;
 - 2 Linee riscaldate e termostatate, una per ciascuna canna fumaria;
 - Analizzatore FTIR per HCl, SO₂, NO, NO₂, NH₃, CO, CO₂, H₂O, HF, corredato di modulo aggiuntivo analizzatore, all'ossido di zirconio, per O₂ e modulo aggiuntivo analizzatore FID per COT;
- **Sistema di Acquisizione, elaborazione e validazione Dati di Emissione (SADE), comune alle due linee, corredato di:**
 - pacchetto software valori previsionali, per la determinazione dei valori progressivi e previsionali dei parametri emissivi;
 - Unità di archiviazione dati.

Nella figura sottostante vengono rappresentate le connessioni degli analizzatori e della strumentazione del SME con la rete dati di stabilimento.



11.3 DESCRIZIONE DEI COMPONENTI

11.3.1 SONDA DI PRELIEVO

Il sistema di prelievo del campione di gas da analizzare è composto da tubi di prelievo immersi nel condotto fumi e da una serie di filtri ceramici ad alta ritenzione. La sonda viene mantenuta alla temperatura richiesta tramite opportune resistenze elettriche.

11.3.2 LINEA RISCALDATA

Le linee di trasporto dal punto di prelievo alla cabina di analisi sono riscaldate in modo da garantire che il campione di gas sia analizzato ad una temperatura tale da non determinare alterazioni.

Le linee di trasporto sono costituite da una guaina esterna e da due o più tubazioni interne per il trasporto dei fumi, per le prove di tenuta e per riserva. La guaina esterna assicura una protezione meccanica ed un isolamento termico adeguati. Internamente alla guaina sono poste le resistenze elettriche, che assicurano sempre, anche in caso di fermo impianto, il mantenimento della temperatura richiesta, con una distribuzione del calore uniforme.

11.3.3 ANALIZZATORE FTIR

L'analizzatore FTIR è costituito da un quadro analisi all'interno nel quale sono installate le seguenti apparecchiature:

- eiettore di prelievo del campione di gas da analizzare;
- valvole di regolazione, selezione e calibrazione;
- analizzatore multigas FTIR;
- sistema di filtrazione e condizionamento dell'aria compressa di riferimento di zero.

La tecnologia FTIR adottata per il monitoraggio in continuo delle emissioni consente di avere:

- unico punto di prelievo gas per tutti i componenti gassosi;
- unico analizzatore per tutti i componenti gassosi;
- unico principio di misura per tutti i componenti gassosi analizzati;
- misura reale del contenuto di vapore acqueo (H₂O) "a caldo";
- possibilità di analizzare altri componenti gassosi, senza ulteriori implementazioni o aggiunte di strumenti di analisi, ma solo di software.

Il gas campione entra nell'analizzatore spettrometrico a raggi infrarossi di tipo interferometrico, dove sono rilevati in continuo gli spettri d'assorbimento dei composti da misurare.

Tramite elaborazione matematica tali spettri sono convertiti in picchi e confrontati con i picchi tipici memorizzati. Dal confronto è possibile definire i valori quantitativi degli elementi ricercati.

Per garantire la possibilità di rilevare anche campi minimi di misura, vengono effettuate molteplici scansioni che, sommate e mediate, consentono di ottenere una migliore sensibilità grazie alla riduzione del "rumore".

Tutti gli accessori in contatto con il gas campione sono riscaldati e lo stesso spettrofotometro dispone di camera di misura multiviva riscaldata.

Lo strumento non necessita di bombole di taratura per la verifica ciclica della calibrazione, in quanto compara le misure rilevate con un confronto fisso memorizzato. Per compensare eventuali sporcamenti e/o invecchiamento della sorgente IR, lo strumento verifica quotidianamente in maniera automatica lo zero con aria strumenti.

Inoltre, con la cadenza temporale stabilita dalla normativa, lo spettrofotometro FTIR deve essere tarato con l'utilizzo di miscele dei gas analizzati a composizione nota e certificata, in modo da verificarne l'effettiva precisione.

Tutti gli armadi contenenti gli analizzatori FTIR previsti, sia per SMP che per SME, sono corredati del modulo di analizzatore per O₂. Gli armadi contenenti gli analizzatori FTIR dello SME sono inoltre corredati dell'analizzatore FID per il COT

11.3.3.1 Analizzatore FID

La combustione di gas combustibile (H₂ che proviene dal generatore), privo di idrocarburi, in aria comburente priva di idrocarburi, produce un numero trascurabile di ioni. Quando un gas contenente idrocarburi viene introdotto in questa combustione, inizia un complesso processo di ionizzazione

Un voltaggio ad alta polarizzazione applicato tra i due elettrodi attorno all'ugello del bruciatore produce un campo elettrostatico che produce una corrente di ionizzazione direttamente proporzionale alla concentrazione di idrocarburi nel gas da analizzare bruciato nella fiamma.

11.3.3.2 Analizzatore O₂

L'analizzatore del contenuto di ossigeno nei fumi sfrutta le proprietà di semipermeabilità alle molecole di ossigeno da parte dell'ossido di zirconio.

Si opera riscaldando lo zirconio in struttura ceramica ad una temperatura superiore a 600 °C, in tal modo si attiva la mobilità di ioni di ossigeno e conseguentemente si genera una forza elettromotrice (misurata in mV), dovuta alla diversa pressione parziale dell'ossigeno tra lo scompartimento di misura, a contatto con i fumi, e quello di riferimento, a contatto con aria ambiente.

11.3.4 ANALIZZATORE Hg

Per la determinazione con estrema precisione della concentrazione del mercurio nei fumi, l'analizzatore in continuo previsto, utilizza un fotometro UV a doppio raggio allo scopo di neutralizzare l'interferenza dell'anidride solforosa sulla misura del mercurio.

Gli analizzatori di mercurio aspireranno il gas campione da analizzare da un sistema di prelievo dedicato.

11.3.5 CAMPIONATORE MICROINQUINANTI

La funzione dello strumento è quella di prelevare dal camino il campione ad una portata controllata e definita dalla "condizione isocinetica", per la successiva analisi di laboratorio.

Il campionatore consente di eseguire campioni sia di breve (inferiori alle 8 ore) che di lungo periodo (tipicamente un mese). La successiva analisi di laboratorio restituirà il valore medio di concentrazione nel periodo di campionamento

Il campione viene prelevato mediante una sonda riscaldata ed un filtro per il particolato, anch'esso riscaldato, dopodiché viene rapidamente raffreddato e fatto percolare attraverso una cartuccia adsorbente riempita di resina XAD2.

Tutta la linea di prelievo è posta direttamente sul camino.

Il campionamento avviene in modo completamente automatico ed è sorvegliato in ogni sua fase dall'unità di controllo. Tutti i dati relativi alle condizioni del camino e del gas prelevato vengono memorizzati dall'unità di controllo. Al termine del campionamento lo strumento fornisce un dettagliato report stampato che può anche essere salvato su di una periferica di archiviazione di massa USB.

Le operazioni da effettuare per il recupero del campione consistono nella rimozione della cartuccia adsorbente e del dispositivo di filtrazione per il particolato.

L'operazione di sostituzione è rapida e semplice. Entrambe i campioni sono forniti con tappi di chiusura per il trasporto sino al laboratorio d'analisi.

11.3.6 MISURATORE DI PORTATA

La misura in continuo della portata dei fumi al camino viene eseguita determinando la pressione differenziale con una sonda a doppia camera inserita nel camino.

11.3.7 MISURATORE DI TEMPERATURA

La misura in continuo della temperatura dei fumi al camino viene eseguita con un termoelemento, dotato di trasmettitore, inserito in un apposito pozzetto.

11.3.8 MISURATORE DI PRESSIONE

La misura in continuo della pressione dei fumi al camino viene eseguita con un trasduttore di pressione assoluta a due fili.

11.3.9 ANALIZZATORE POLVERI TOTALI

L'analizzatore per la misura in continuo delle polveri contenute nei fumi è del tipo a diffrazione ottica con unità ottica trasmittente dotata di lampada alogena a lunga durata e unità ottica ricevente con sensore ottico, la cui uscita sarà un segnale in corrente proporzionale alla concentrazione di polvere rilevata.

Lo strumento esegue un ciclo di autocontrollo per la verifica del normale funzionamento ad intervalli di tempo prestabiliti.

11.3.10 SISTEMA DI ACQUISIZIONE ED ELABORAZIONE DATI SME

Il SADE gestisce direttamente i segnali analogici delle grandezze misurate e quelli digitali (allarmi e/o stati) del sistema analisi per il monitoraggio delle emissioni.

Il sistema prevede una o più unità elettroniche di acquisizione, presso le quali convergono i segnali analogici (misure 4-20 mA) ed i segnali digitali di stato (anomalie, allarmi, calibrazioni) provenienti dagli strumenti e, più in generale, dai dispositivi installati sul campo.

Le unità di acquisizione inviano i dati, tramite linea ethernet ridondata, a due server, che provvedono ad elaborarli ed archivarli. I due server identici, sono in configurazione ridondata, il software applicativo è elaborato in parallelo dalle due macchine, in caso di guasto la commutazione dal server principale al server di riserva avviene immediatamente (hot-backup), un server è installato in cabina analisi e l'altro nella sala controllo dell'impianto.

La LAN di sistema sarà costituita da due bus Ethernet ridondata a 1 GBit/s, attraverso i quali gli FTIR, le unità di acquisizione e i server SADE si interfacciano tra loro.

Gli switch della LAN di sistema sono ridondata, ad alta efficienza, del tipo 'managed', con uplink a 1 Gbit/s e diagnostica gestita a livello del sistema.

Per i collegamenti in fibra ottica gli switch hanno gli slot GBIC con media converter 1000SX e innesto della fibra di tipo LC.

Una coppia di switch è ubicata negli armadi di controllo posti in cabina analisi, una seconda coppia di switch è ubicata negli armadi workstation posti in sala controllo.

Il DCS è interfacciato allo SME tramite collegamento ridondata.

Il sistema ha la possibilità di inserire una o più soglie di allarme e preallarme, impostabili per ogni parametro, con un avvisatore visivo e acustico, tramite i server, che ne segnaleranno l'eventuale superamento.

Il sistema di archiviazione dei dati è suddiviso in storico e temporaneo.

L'archivio temporaneo contiene i dati elementari (non corretti) acquisiti direttamente dal sistema, tipicamente un dato al minuto, e dovrà avere le seguenti caratteristiche minime:

- l'accesso a tale archivio per la scrittura (o sovrascrittura) dei dati è limitato esclusivamente ad utenti autorizzati, mediante il ricorso a password su vari livelli;
- è mantenuta traccia di tutte le operazioni svolte sull'archivio da parte degli utenti autorizzati (registro o log degli eventi);
- l'archivio ha una capacità tale da consentire la permanenza dei dati per almeno 5 anni.

I campioni elementari contenuti nell'archivio temporaneo sono sottoposti alla procedura di validazione, che conduce al calcolo dei valori medi, come stabilito dalla normativa vigente. Le medie così determinate vanno a far parte dell'archivio storico, separato da quello temporaneo, che costituisce la base dati per ogni successiva elaborazione e verifica del rispetto dei limiti stessi.

L'archivio storico, contenente le medie validate, ha le seguenti caratteristiche minime:

- possibilità di visualizzare in forma grafica i trend storici per uno o più parametri contemporaneamente, con possibilità di determinare la durata e il periodo di riferimento;
- possibilità di visualizzare in forma tabellare i dati storici per uno o più parametri contemporaneamente, con possibilità di determinare la durata e il periodo di riferimento, esportabili in formato compatibile con Excel;
- possibilità di produrre reports secondo le modalità previste dalla normativa vigente e dalle prescrizioni autorizzative;

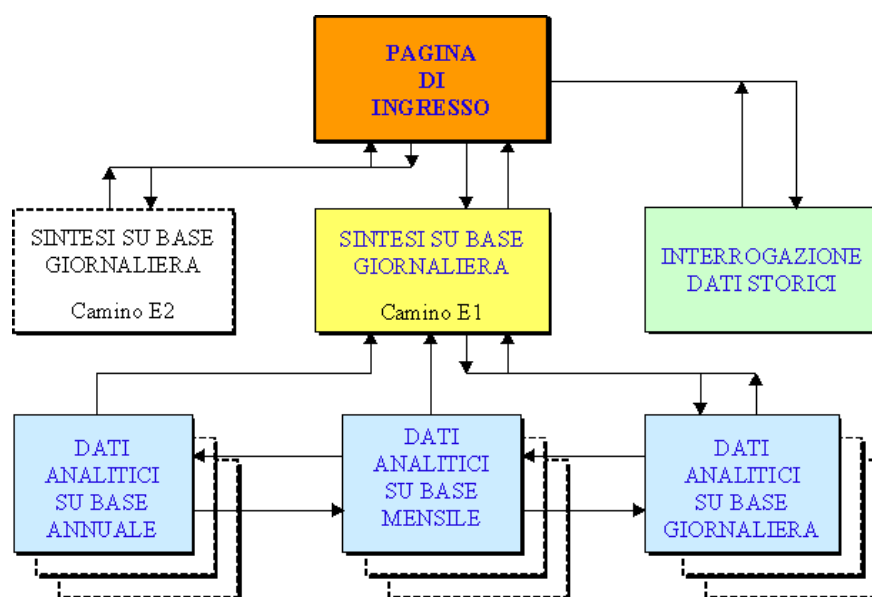
- memorizzazione delle ore di funzionamento del SADE nonché delle ore normale funzionamento dell'impianto di temovalorizzazione, queste ultime intese come numero delle ore di funzionamento del processo produttivo con l'esclusione dei periodi di avviamento, di arresto e dei periodi di guasto (determinate come numero delle ore in cui l'impianto si trova al di sopra del minimo tecnico);
- possibilità di esportare, trasmettere e stampare tutti i grafici, le tabelle e i reports visualizzabili.

Tutti i parametri saranno disponibili, oltre che in concentrazione, anche in termini di flussi di massa.

Il SADE acquisisce e memorizza il dato analogico (4-20 mA) relativo alla temperatura di post-combustione.

I dati acquisiti saranno disponibili per la loro diffusione a terzi utenti, tra i quali la stessa Autorità di controllo competente.

I dati contenuti nell'archivio storico saranno disponibili anche in un formato tale da consentirne la pubblicazione sul web. Il sistema di visualizzazione viene realizzato prevedendo un insieme di pagine HTML strutturate secondo il seguente schema tipico.



Il sistema è inoltre corredato di un software che analizza l'andamento temporale delle concentrazioni dei diversi inquinanti e fornisce i valori tendenziali medi delle concentrazioni in formazione. Il Valore Tendenziale Medio (VTM) rappresenta il valore medio teorico, semiorario e giornaliero, che si otterrebbe tenendo costante fino alla fine del periodo in esame l'ultimo campione medio valido. Il valore tendenziale medio viene calcolato al termine di ogni minuto per i valori semiorari e orari, ed al termine di ogni mezzora e/o ora per i valori giornalieri. Il software fornisce anche il valore di concentrazione da mantenere (CL10 in figura) per rispettare il limite emissivo con un margine di sicurezza del 10%. In tal modo il conduttore è in grado di prevenire gli sforamenti e può gestire il sistema nel rispetto delle soglie di emissione stabilite apportando tempestivamente i necessari interventi correttivi e di regolazione dei dosaggi di reagente.

Linea 2 - Valori Progressivi e Previsionali

05/02/2010 14:01:15

		NOx						CO					
		Limite mg/Nm3	Ultimo Valore mg/Nm3	Media Attuale mg/Nm3	Valore Tendenza mg/Nm3	Margine Operativo %	CL10 mg/Nm3	Limite mg/Nm3	Ultimo Valore mg/Nm3	Media Attuale mg/Nm3	Valore Tendenza mg/Nm3	Margine Operativo %	CL10 mg/Nm3
30 MINUTI	1	300,0	73,0	73,0	73,0	75,7	307,8	100,0	3,3	3,3	3,3	96,7	103,3
GIORNO	27	150,0	62,5	50,7	55,7	62,9	291,6	50,0	6,3	4,2	5,1	89,8	100,0

		SO2						COT					
		Limite mg/Nm3	Ultimo Valore mg/Nm3	Media Attuale mg/Nm3	Valore Tendenza mg/Nm3	Margine Operativo %	CL10 mg/Nm3	Limite mg/Nm3	Ultimo Valore mg/Nm3	Media Attuale mg/Nm3	Valore Tendenza mg/Nm3	Margine Operativo %	CL10 mg/Nm3
30 MINUTI	1	50,0	0,1	0,1	0,1	99,8	51,7	15,0	0,4	0,4	0,4	97,3	15,5
GIORNO	27	20,0	0,1	0,2	0,2	99,1	40,0	10,0	0,5	0,6	0,5	94,6	20,0

		HCL						HF					
		Limite mg/Nm3	Ultimo Valore mg/Nm3	Media Attuale mg/Nm3	Valore Tendenza mg/Nm3	Margine Operativo %	CL10 mg/Nm3	Limite mg/Nm3	Ultimo Valore mg/Nm3	Media Attuale mg/Nm3	Valore Tendenza mg/Nm3	Margine Operativo %	CL10 mg/Nm3
30 MINUTI	1	40,0	0,0	0,0	0,0	99,9	41,4	2,00	0,00	0,00	0,00	100,0	2,07
GIORNO	27	10,0	0,0	0,0	0,0	99,9	20,0	1,00	0,00	0,00	0,00	100,0	2,00

		POLVERI						NH3					
		Limite mg/Nm3	Ultimo Valore mg/Nm3	Media Attuale mg/Nm3	Valore Tendenza mg/Nm3	Margine Operativo %	CL10 mg/Nm3	Limite mg/Nm3	Ultimo Valore mg/Nm3	Media Attuale mg/Nm3	Valore Tendenza mg/Nm3	Margine Operativo %	CL10 mg/Nm3
30 MINUTI	1	20,0	0,5	0,5	0,5	97,7	20,7	10,0	0,9	0,9	0,9	91,0	10,3
GIORNO	27	5,0	0,5	0,5	0,5	89,9	10,0	5,0	0,8	1,1	1,0	80,8	10,0

11.3.11 UNITÀ DI ARCHIVIAZIONE

L'unità NAS sarà l'archivio fiscale dei dati sensibili del SME, avrà il compito di archiviare in continuo una copia dei i dati grezzi del data base elaborato dal SADE dell'intero sistema di monitoraggio. Quest'unità avrà una capacità di archiviazione dati per almeno 50.000 ore di funzionamento dell'impianto.

Il sistema di archiviazione sarà configurato in modo da non poter modificare i dati archiviati in sola lettura ed ogni avaria del NAS dovrà essere segnalata nelle workstation del SADE.

L'armadio NAS sarà provvisto di sistema di chiusura di sicurezza, a chiave, e sarà collocato in una sala dedicata in prossimità della sala controllo (locale server DCS).

Il dispositivo sarà fornito in opera all'interno di un armadio per rack da 19", e sarà alimentato elettricamente da linea UPS.

11.4 DATI DI PROGETTO

11.4.1 SMP

Oggetto della misura		Unità di misura	Campo di misura
Monossido di carbonio	CO	mg/m ³	0÷300
Acido cloridrico	HCl	mg/m ³	0÷2.500
Acido fluoridrico	HF	mg/m ³	0÷1.000
Ossidi di zolfo	SO₂	mg/m ³	0÷1.500
Monossido di azoto	NO	mg/m ³	0÷400
Biossido di azoto	NO₂	mg/m ³	0÷200
Ossidi di azoto	NO_x	mg/m ³	calcolo
Ammoniaca	NH₃	mg/m ³	0÷100
Anidride carbonica	CO₂	% vol.	0÷20
Vapore acqueo	H₂O	% vol.	0÷40
Ossigeno fumi	O_{2f}	% vol.	0÷25
Portata	Ø	Nm ³ /h	calcolo
Pressione fumi	p_f	mbar	Parametri di processo
Temperatura fumi	T_f	°C	

11.4.2 SME

Oggetto della misura		Unità di misura	Campo di misura
Monossido di carbonio	CO	mg/m ³	0 ÷ 75 0÷300
Acido cloridrico	HCl	mg/m ³	0÷15 0÷90
Acido fluoridrico	HF	mg/m ³	0÷5
Ossidi di zolfo	SO₂	mg/m ³	0÷75 0÷300
Monossido di azoto	NO	mg/m ³	0÷200 0÷390
Biossido di azoto	NO₂	mg/m ³	0÷60
Ossidi di azoto	NO_x	mg/m ³	calcolo

Oggetto della misura		Unità di misura	Campo di misura
Ammoniaca	NH₃	mg/m ³	0÷15 0÷90
Anidride carbonica	CO₂	% vol.	0÷20
Vapore acqueo	H₂O	% vol.	0÷40
Ossigeno fumi	O_{2f}	% vol.	0÷25
Carbonio organico tot.	COT	mg/m ³	0÷15 0÷30
Mercurio totale	Hg	µg/m ³	0÷45 0÷75
Polveri totali	PTS	mg/m ³	0 ÷20 0 ÷50
Portata	Ø	Nm ³ /h	0÷120.000
Pressione fumi	p_f	mbar	900÷1.100
Temperatura fumi	T_f	°C	0÷300

12 SEZIONE IMPIANTISTICA DI RECUPERO ENERGETICO

12.1 GENERALITÀ

Per recupero energetico, o ciclo termico, si intende quella sezione di impianto in cui il contenuto entalpico, ceduto dai fumi di combustione al circuito acqua/vapore, viene utilizzato per la produzione di energia elettrica e termica.

L'energia elettrica viene prodotta grazie all'azionamento di un generatore da parte della turbina a vapore. L'energia elettrica, prodotta in Media Tensione a 15 kV, viene in parte utilizzata per il funzionamento dell'impianto e la restante viene successivamente elevata a 132 kV ed immessa nella rete di distribuzione nazionale.

L'energia termica sarà prodotta in due scambiatori di calore, che utilizzeranno il calore di condensazione di una parte di vapore, spillato dalla turbina, per riscaldare l'acqua del circuito di teleriscaldamento. L'impianto è predisposto per la produzione di energia termica ma non sono attualmente previsti i componenti per tale funzione, né la rete di distribuzione del calore alle utenze.

Allo scopo di massimizzare il recupero di calore da cascami termici, sono stati inseriti nel circuito del condensato degli scambiatori che recuperano il calore dai fumi, ancora caldi, prima del loro scarico in atmosfera ed uno scambiatore rigenerativo che utilizza vapore a pressione atmosferica spillato dalla turbina. Il calore recuperato dagli scambiatori è ceduto al condensato prima del suo ingresso al degasatore.

Un ulteriore recupero, sia energetico che di materia, viene effettuato sugli spurghi continui dei corpi cilindrici delle caldaie. Questi non vengono scaricati come reflui ma prima sono raffreddati a spese del condensato (recupero energetico) e poi recuperati nella vasca di stoccaggio per il loro riutilizzo nel sistema di produzione acqua demineralizzata (recupero di materia).

Per massimizzare l'efficienza dell'impianto, la turbina è prevista con tre estrazioni di vapore: due a pressione non controllata (spillamenti) ed una a pressione controllata (derivazione). Il vapore estratto dalla turbina viene utilizzato per alimentare le varie utenze d'impianto, che utilizzano la fonte energetica a diversi livelli di pressione e di temperatura. Tale suddivisione, pur determinando una complicazione impiantistica, massimizza la produzione di energia elettrica. Gli spillamenti sono stati dimensionati per tener conto anche della futura alimentazione del sistema teleriscaldamento, quindi per estrarre la quantità di vapore necessaria per soddisfare la richiesta termica delle utenze.

È previsto che il vapore esausto scaricato dalla turbina venga convogliato in un condensatore ad aria, del tipo a scambio diretto.

Nella definizione della tipologia dell'impianto di condensazione, gli obiettivi principali sono stati quelli di ridurre al minimo sia il consumo d'acqua sia l'impatto ambientale; sono state pertanto escluse le soluzioni che prevedono l'utilizzo di un condensatore ad acqua, sia quelle con *acqua di raffreddamento in ciclo aperto*, sia quelle con *acqua di raffreddamento in ciclo chiuso*.

12.2 DESCRIZIONE DEL SISTEMA

Il sistema di recupero energetico è essenzialmente costituito dai seguenti componenti.

- Turbogeneratore a vapore, multistadio, del tipo a condensazione, con accoppiamento al generatore mediante interposizione del riduttore di giri.
- Sistema di condensazione principale, composto dal condensatore ad aria, del tipo a *capanna*, dal gruppo del vuoto, dal pozzo caldo e dalle pompe di estrazione condensato.
- Sistema condensato, composto da tubazioni, giunti di dilatazione, valvole, scambiatori di calore, serbatoi di raccolta, che collega la mandata delle pompe estrazione condensato al degasatore.
- Sistema di distribuzione vapore e condensato, costituito da tubazioni, giunti di dilatazione e valvole, collega i generatori di vapore alla turbina a vapore, la turbina a vapore al condensatore ad aria, questi al pozzo caldo e di seguito al degasatore.
- Sistema acqua di alimento caldaie costituito da pompe, tubazioni, giunti di dilatazione e valvole, che collega il degasatore alle caldaie.
- Sistema di raccolta drenaggi, costituito da tubazioni, attemperatore, serbatoio di raccolta e pompe di estrazione e rilancio al sistema condensato.
- Sistemi di attemperamento vapore, costituiti da valvole di riduzione pressione vapore ed alimentazione acqua di attemperamento.

La funzione del sistema recupero energetico è di utilizzare il vapore surriscaldato, prodotto dalle due caldaie, in una turbina dove, espandendosi, produce energia elettrica tramite un generatore asincrono trifase azionato dalla turbina stessa.

Nella condizione nominale di funzionamento, i due generatori di vapore producono vapore surriscaldato a 50 bar(a) e 440 °C che viene inviato, tramite un collettore di vapore Alta Pressione, alla turbina a vapore.

La turbina a vapore del ciclo termico è prevista con tre estrazioni, utilizzate rispettivamente per:

- spillamento a 22 bar(a), per alimentare i riscaldatori dell'aria comburente ed i riscaldatori dei fumi prima del loro ingresso al catalizzatore per la riduzione degli ossidi di azoto;
- derivazione a 4 bar(a), per alimentare il degasatore, il gruppo del vuoto ed i preriscaldatori dell'aria comburente;
- spillamento ad 1 bar(a), per alimentare lo scambiatore rigenerativo del condensato.

Sia dal collettore a 22 bar(a) che da quello a 4 bar(a), sono previsti due stacchi per alimentare con vapore surriscaldato i due scambiatori di calore a servizio del circuito di teleriscaldamento.

I due collettori di vapore, quello a 22 bar(a) e quello a 4 bar(a), possono essere alimentati, oltre che con vapore estratto dalla turbina, anche direttamente dal collettore di Alta Pressione, mediante l'utilizzo di opportuni sistemi di riduzione ed attemperamento vapore. Tali sistemi garantiscono l'alimentazione alle utenze anche durante i transitori e durante le fasi di avviamento, quando la pressione del vapore nei punti di estrazione dalla turbina è inferiore ai valori nominali.

Il vapore esausto è scaricato dalla turbina in modo radiale, verso l'alto, ed è condensato nel condensatore principale, collegato direttamente alla turbina mediante una tubazione di collegamento. Il condensatore è del tipo ad aria, a scambio diretto, costituito da fasci tubieri assemblati a capanna con al vertice la tubazione di distribuzione vapore. Il grado di vuoto

necessario ad ottenere le prestazioni richieste è assicurato dal gruppo a vuoto, completo di eiettori di avviamento e di mantenimento.

Il condensato che si forma viene raccolto nel pozzo caldo, da dove le pompe di estrazione lo rilanciano al degasatore. Al fine di massimizzare il recupero termico, il condensato viene riscaldato attraversando in serie gli scambiatori del gruppo del vuoto, il condensatore del vapore delle tenute della turbina (*gland condenser*), lo scambiatore rigenerativo e gli scambiatori di recupero sul circuito dei fumi in uscita dalle sezioni SDF. Sono previste due pompe di estrazione condensato, azionate da motore elettrico: una operativa ed una di riserva, ognuna dimensionata per il 100% della portata richiesta.

Il degasatore è del tipo termofisico e lavora ad una pressione di 2,7 bar(a) e 130°C, la pressione, e quindi la temperatura, è viene mantenuta grazie all'utilizzo di vapore a bassa pressione, la cui portata è regolata da una valvola di controllo.

Dal degasatore l'acqua viene inviata, attraverso le pompe di alimento caldaia, ad un collettore comune che la distribuisce sia agli economizzatori sia ai sistemi di attemperamento del vapore surriscaldato.

Il sistema acqua alimento caldaia è composto da tre pompe, azionate da motore elettrico, di cui due operative ed una di riserva. Tutte le pompe sono previste sotto gruppo elettrogeno, per garantire l'alimentazione al corpo cilindrico anche in caso di mancanza di energia elettrica. Ogni pompa è dimensionata considerando la portata richiesta, per rispondere alla normativa, da una caldaia.

È inoltre prevista una quarta pompa, azionata da motore elettrico, con caratteristiche di portata e prevalenza inferiori, da usarsi esclusivamente per il riempimento delle caldaie. Infatti, in questa fase dell'avviamento, le esigenze di portata e prevalenza necessarie per il riempimento del circuito sono completamente diverse, e si evita di utilizzare una pompa alimento in un punto completamente fuori dalla sua curva di funzionamento, cosa che possiamo ottenere solo creando una forte perdita di carico sul circuito (chiusura quasi completa della valvola di intercetto) e cercando di ricircolare il massimo della portata per garantire la portata minima richiesta.

Il collettore vapore servizi a media pressione, alimentato dallo spillamento non controllato di vapore dalla turbina a 22 bar(a), è dimensionato per distribuire vapore alle seguenti utenze:

- riscaldatore aria comburente Linea 1
- riscaldatore dei fumi Linea 1 in ingresso al sistema di riduzione catalitica degli NO_x
- riscaldatore aria comburente Linea 2
- riscaldatore dei fumi Linea 2 in ingresso al sistema di riduzione catalitica degli NO_x
- futuro scambiatore di calore del sistema teleriscaldamento

Su ciascuna linea è previsto che venga installato un misuratore di portata, in modo da controllare e monitorare gli effettivi consumi di vapore delle varie utenze. Le condense di ritorno sono inviate al degasatore.

È prevista la possibilità di alimentare il collettore di media pressione, oltre che dallo spillamento turbina, anche direttamente dal collettore di alta pressione, mediante l'utilizzo di un sistema di riduzione ed attemperamento vapore, che utilizza come fluido di attemperamento l'acqua di alimento caldaia. Tale dispositivo garantisce la corretta alimentazione delle utenze anche durante la fasi di avviamento o nei casi di funzionamento della turbina a carichi ridotti.

Il collettore vapore servizi a bassa pressione, alimentato dallo spillamento controllato a 4 bar(a), distribuisce il vapore alle seguenti utenze:

- preriscaldamento aria comburente Linea 1
- preriscaldamento aria comburente Linea 2
- degasatore
- gruppo vuoto
- futuro scambiatore di calore del sistema teleriscaldamento

Su ciascuna linea è previsto che venga installato un misuratore di portata, in modo da controllare e monitorare gli effettivi consumi di vapore delle varie utenze. Le condense di ritorno provenienti dai preriscaldatori dell'aria sono inviate al serbatoio atmosferico di raccolta drenaggi. Le condense del gruppo del vuoto sono scaricate al pozzo caldo, mentre quelle provenienti dallo scambiatore del teleriscaldamento saranno rilanciate, mediante pompe di estrazione, al degasatore.

È prevista la possibilità di alimentare il collettore di bassa pressione, oltre che dalla derivazione turbina, anche direttamente dal collettore di alta pressione, mediante l'utilizzo di un sistema di riduzione ed attemperamento vapore, che utilizza come fluido di attemperamento l'acqua di alimento caldaia. Tale dispositivo garantisce la corretta alimentazione delle utenze anche durante la fasi di avviamento o nei casi di funzionamento della turbina a carichi ridotti.

Lo spillamento di vapore a 1 bar(a) è previsto per alimentare lo scambiatore rigenerativo. Il vapore che si trova alle condizioni corrispondenti a questo spillamento, ha ormai ceduto il suo contenuto energetico alla turbina, mediante la sua espansione, per la generazione di energia elettrica, ma possiede ancora un contenuto entalpico (calore di condensazione), che può essere sfruttato per il riscaldamento del condensato. Le condense provenienti da questo scambiatore saranno convogliate al serbatoio atmosferico.

Durante i transitori, o nelle fasi di funzionamento a carico parziale, quando la pressione di spillamento scende al di sotto della soglia di funzionamento (sotto vuoto), lo spillamento sarà automaticamente escluso.

In caso di trip della turbina, e quindi di rapida chiusura della valvola di immissione vapore, il vapore di alta pressione prodotto dalle caldaie è inviato direttamente al condensatore principale, mediante un sistema di riduzione ed attemperamento vapore (bypass turbina) atto a gestire le condizioni termodinamiche del vapore di alta pressione in modo tale da mantenere, anche in questo transitorio, l'impianto in condizioni di funzionamento continuo per lo smaltimento dei rifiuti. Il fluido di attemperamento utilizzato è il condensato proveniente dal pozzo caldo. La valvola di bypass turbina viene utilizzata anche durante il distacco di carico ed il conseguente funzionamento in isola, quando cioè l'interruttore di macchina si apre e la turbina deve produrre solo l'energia utilizzata dall'impianto, sfiorando al condensatore il vapore in eccesso.

Ogni sistema di riduzione vapore alta pressione è principalmente composto da una valvola che regola la pressione del vapore ed una valvola che regola la portata di acqua di attemperamento necessaria per ottenere a valle della valvola la temperatura richiesta.

Lo spurgo del corpo cilindrico di ciascuna caldaia, anziché essere scaricato al depuratore fognario, viene recuperato, dopo aver ceduto il suo contenuto energetico al condensato. Lo spurgo viene inviato ad uno primo scambiatore, del tipo a piastre, nel quale fluisce in controcorrente con il condensato. Lo spurgo si trova nelle condizione di liquido saturo, alla pressione del corpo cilindrico, cioè a circa 265 °C, mentre il condensato si trova a circa 53 °C e quindi può riscaldarsi a spese dello spurgo. Le portate dei due fluidi sono però molto diverse tra loro, infatti mentre la portata di condensato è circa 70 t/h, lo spurgo, che è circa 1% della produzione di vapore, risulta essere meno di 1 t/h. Per tale motivo, sulla linea del condensato in uscita dal Gland Condenser, è stata prevista una diramazione, per deviare solo una parte del

condensato verso lo scambiatore dello spurgo. La portata deviata, circa 2 t/h, viene regolata mediante una valvola di controllo, che utilizza come set point la temperatura dello spurgo in uscita dallo scambiatore, impostata a circa 80 °C. Il calore recuperato è circa 200 kW, e consente di riscaldare il condensato a circa 125 °C, e quindi può essere inviato al degasatore.

La temperatura dello spurgo in uscita dallo scambiatore, circa 80 °C, è però ancora eccessiva per il suo invio alla vasca di stoccaggio per alimentare l'impianto di produzione acqua demineralizzata, e quindi necessita di un ulteriore raffreddamento, per raggiungere la temperatura di circa 25 °C e quindi evitare il danneggiamento delle membrane.

A tale scopo è inserito nel circuito uno scambiatore a piastre, dove lo spurgo è raffreddato con l'acqua del circuito di raffreddamento, sufficiente a rimuovere il calore necessario per la maggior parte dell'anno.

Le condense provenienti dai drenaggi del ciclo termico vengono raccolte in un serbatoio atmosferico e rilanciate nel degasatore, da due elettropompe, una di riserva all'altra.

12.3 DATI DI PROGETTO

12.3.1 TURBINA A VAPORE

- Portata vapore alla valvola di presa : 73.800 kg/h
- Pressione del vapore alla valvola di presa : 49 bar(a)
- Temperatura del vapore alla valvola di presa..... : 437 °C
- Pressione allo scarico : 0,10 bar a
- Potenza elettrica ai morsetti dell'alternatore : 17,6 MW

12.3.2 ALTERNATORE

- Tipo: : Sincrono trifase 50 Hz
- Potenza nominale : 25 MVA
- Tensione nominale : 15 kV

12.3.3 CONDENSATORE DI VAPORE AD ARIA

- Tipo : a capanna
- Portata di vapore : 64.100 kg/h
- Pressione di condensazione : 0,10 bar(a)
- Temperatura aria ambiente..... : 25 °C

13 SISTEMA DI PRODUZIONE E STOCCAGGIO ARIA COMPRESSA

Il sistema aria compressa è essenzialmente costituito da:

- compressori i quali sono installati all'interno un locale dedicato realizzato nel fabbricato GVG piano terra;
- serbatoi di accumulo metallici, opportunamente trattati, che sono installati all'interno del fabbricato GVG sulla soletta a quota 10,00 m, in posizione baricentrica;
- distribuzione dell'aria compressa, costituita da tubazioni e valvole, collega il sistema di accumulo ai vari serbatoi ed alle varie utenze.

Lo scopo del sistema in oggetto è di fornire aria compressa, di appropriate caratteristiche, alle seguenti utenze:

- apparecchiature di impianto funzionanti pneumaticamente (circuiti aria strumenti)
- utensili pneumatici che sono utilizzati durante le operazioni di manutenzione degli impianti (circuiti aria servizi).

Il sistema di produzione aria compressa è costituito da tre unità package di compressione aria, di cui 1 unità in versione con regolazione ON-OFF e 2 unità con azionamento a giri variabili, ognuna delle quali realizzata con i seguenti principali componenti:

- ❖ Compressore aria del tipo rotativo a vite a due stadi, interamente raffreddato ad acqua, azionato da un motore elettrico asincrono trifase in bassa tensione,
- ❖ Essiccatore dell'aria compressa del tipo a adsorbimento avente come materiale adsorbente del gel di silice, in grado di garantire una produzione di aria compressa totalmente priva di olio.

L'aria, compressa ed essiccata prodotta dalle unità di compressione è inviata, tramite tubazioni provviste di valvole, ad un collettore di raccolta il quale ha la funzione successiva di distribuire l'aria al sistema di accumulo.

Nella configurazione di marcia nominale è previsto il funzionamento di due unità di compressione, una a giri fissi e la seconda a giri variabili, per la modulazione del carico. La terza unità di compressione, a giri variabili, ha la funzione di riserva.

L'aria da comprimere, è aspirata dai compressori all'interno della sala; ogni compressore ha lo scopo di comprimere l'aria portandola dalla pressione atmosferica alla pressione finale di circa 8 bar(a).

14 SISTEMA DI PRODUZIONE E STOCCAGGIO ACQUA DEMINERALIZZATA

L'impianto di produzione dell'acqua demineralizzata fornisce l'acqua al ciclo termico e ad altri sistemi a ciclo chiuso; esso è costituito da due linee di trattamento operanti in parallelo, una di riserva all'altra, ed ognuna dimensionata per il 100% della portata richiesta.

In particolare l'impianto è costruito utilizzando la tecnologia a membrane ad osmosi inversa abbinata ad un impianto di finissaggio a EDI (elettrodeionizzazione).

La membrana è un sottile film di materiale poroso che separa due fasi e agisce come barriera selettiva al passaggio di materia, permettendo il passaggio solo di alcune specie costituenti la miscela. La membrana consente pertanto di ottenere, da un unico flusso in ingresso, due flussi in uscita: il permeato, caratterizzato da una concentrazione di certe sostanze inferiore a quella dell'alimento, e il retentato o concentrato più ricco rispetto all'alimento.

Il naturale fenomeno dell'Osmosi (figura 1) consiste nel passaggio di molecole d'acqua da una soluzione diluita (B) ad una più concentrata (A) separate da una membrana semipermeabile, sino a che la concentrazione delle due soluzioni diventa la medesima. Questo fenomeno è reversibile, ed è denominato Osmosi inversa. È sufficiente applicare sulla soluzione più concentrata (A, ovvero l'acqua greggia) una pressione meccanica superiore alla pressione osmotica (P_o) per:

- 1) annullare la tendenza naturale dell'acqua pura a passare attraverso la membrana per andare a diluire la soluzione concentrata
- 2) invertire il senso di questo flusso e provocare una produzione di acqua pura dall'acqua salina (A), in quanto la membrana osmotica trattenendo i sali minerali, i colloidali ed i batteri consente soltanto il passaggio di un flusso di acqua pura nel senso di (A) verso (B) (vedi figura 3).

Mediante questo processo si ottiene un'acqua con un tenore di sali residuo variabile dal 1% al 4% rispetto al valore dell'acqua greggia.

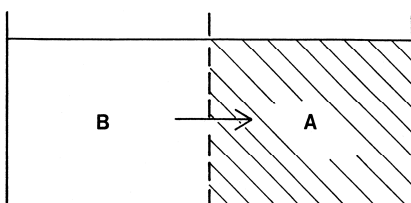


FIG. 1

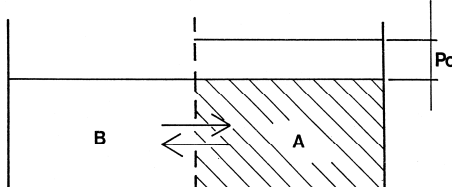


FIG. 2

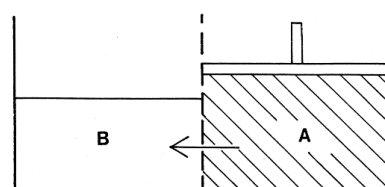


FIG. 3

Per poter ottenere un prodotto con caratteristiche compatibili con l'impianto ad elettrodeionizzazione è stato previsto un secondo stadio ad osmosi inversa, che viene alimentato direttamente dall'acqua prodotta del primo stadio.

Il processo di produzione dell'acqua demineralizzata prevede che l'acqua proveniente dal pozzo/acquedotto sia pretrattata da un sistema di filtri a cestello autopulenti, nei quali l'acqua passa attraverso l'elemento filtrante e viene convogliata direttamente nel serbatoio di contatto dell'acqua di alimento. In quest'ultimo l'acqua è stoccata insieme all'ipoclorito di sodio, reagente

chimico precedentemente aggiunto, per permettere la completa miscelazione e ottenere la rimozione della carica microbiologica.

Per mezzo di pompe centrifughe l'acqua viene poi prelevata dal serbatoio e pompata al sistema di ultrafiltrazione costituito da due gruppi di filtri a membrana.

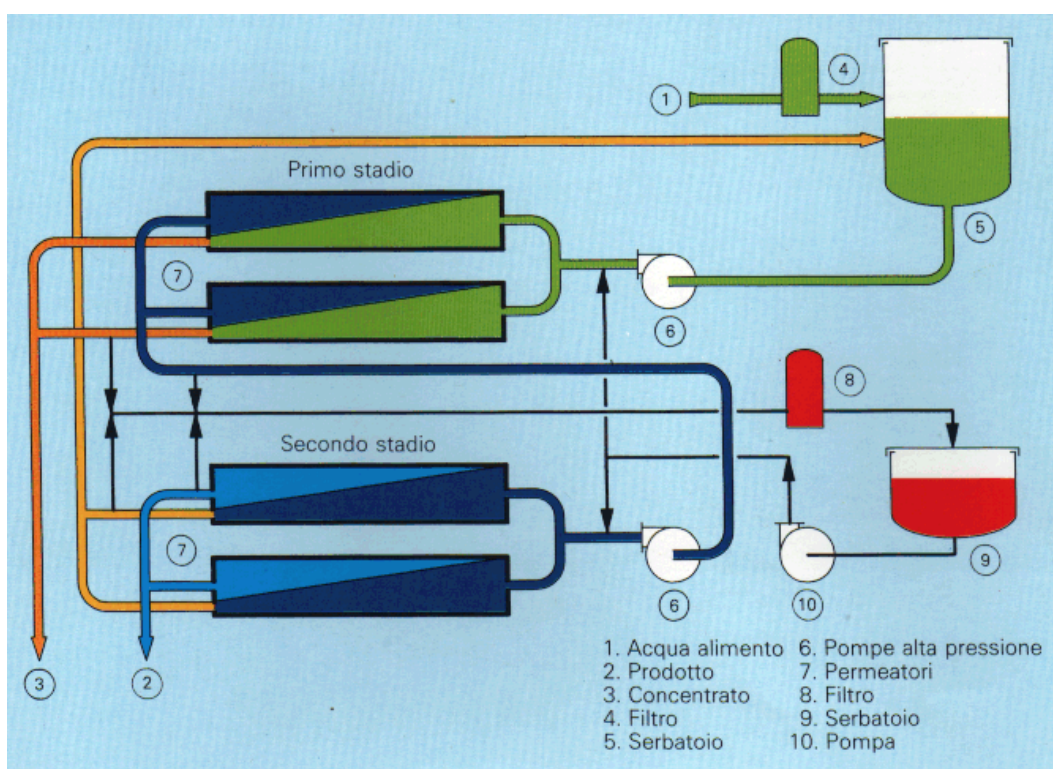
Un serbatoio intermedio accumula l'acqua ultrafiltrata e tramite pompe centrifughe è poi inviata all'unità di dechlorazione. Quest'unità è concepita per eliminare il cloro e suoi derivati prima che raggiunga la sezione di trattamento dell'acqua ad osmosi inversa a due stadi.

L'acqua dechlorata raggiunge il primo stadio di trattamento ad osmosi inversa che fornisce due correnti in uscita:

- o il permeato che alimenta i moduli del secondo stadio;
- o il concentrato ad alta salinità che viene scaricato dai moduli e avviato al sistema di trattamento eluati.

Il permeato ottenuto dal primo stadio raggiunge il secondo stadio di trattamento ad osmosi inversa che fornisce due correnti in uscita:

- o il permeato che viene inviato allo stoccaggio dell'acqua osmotizzata;
- o il concentrato a bassa salinità che viene ricircolato al serbatoio di contatto;



Una piccola parte dell'acqua osmotizzata prodotta può essere utilizzata per alimentare le utenze di processo; la restante parte, tramite pompe centrifughe, va ad alimentare lo stadio di finissaggio finale che, tramite Elettrodeionizzatore (EDI) in continuo con resine scambiatrici a letto misto rigenerate dalla corrente elettrica, produce l'acqua demineralizzata richiesta.

Per poter garantire un'elevata qualità dell'acqua permeata è necessaria un'iniezione di salamoia (cloruro di sodio) all'interno delle celle. Questa soluzione non passa direttamente a

contatto con l'acqua greggia o trattata, ma transita in circuito separato all'interno delle resine a scambio ionico contenute nelle celle, permettendo così un massimo livello rigenerativo delle stesse e la conseguente elevata qualità del permeato.

L'acqua demineralizzata proveniente da ogni EDI viene avviata allo stoccaggio acqua demineralizzata.

Le unità di trattamento a ultrafiltrazione, a osmosi inversa ed EDI sono inoltre dotate di sistemi di flussaggio automatico che provvedano ad eliminare il concentrato allo scarico; in questo modo si evita sia lo sporcamento precoce delle membrane sia, al successivo avviamento, valori anomali di conducibilità del permeato prodotto.

L'impianto è costituito da:

- a) sezione di pretrattamento costituita da un sistema di microfiltrazione dell'acqua di alimento con due filtri a cestello autopulenti, un gruppo di dosaggio dell'ipoclorito, un serbatoio di contatto acqua alimento e un gruppo di pompe di acqua microfiltrata;
- b) sezione di filtrazione primaria mediante un sistema di trattamento acqua costituito da un'unità di ultrafiltrazione a membrana, un serbatoio intermedio di stoccaggio e un gruppo di rilancio acqua ultrafiltrata;
- c) sezione filtrazione secondaria mediante un sistema di trattamento acqua costituito da un'unità di dechlorazione a carboni attivi, un'unità ad osmosi inversa, un serbatoio intermedio di stoccaggio e un gruppo di rilancio acqua dell'acqua osmotizzata;
- d) sezione di finissaggio con elettrodeionizzazione (EDI);
- e) tre serbatoi di stoccaggio acqua demineralizzata;
- f) due pompe di rilancio dell'acqua demineralizzata alla rete di distribuzione
- g) sezione stoccaggio e dosaggio reagenti chimici composto da.
 - a) un sistema di stoccaggio ed iniezione ipoclorito di sodio (NaOCl);
 - b) un sistema di stoccaggio ed iniezione acido cloridrico (HCl);
 - c) un sistema di stoccaggio ed iniezione soda caustica (NaOH);
 - d) un sistema di stoccaggio e iniezione antiscalant;
- h) un sistema di lavaggio carrellato;
- i) una vasca o serbatoio di raccolta per la neutralizzazione degli eluati;
- j) sistema di controllo autonomo costituito da un PLC dedicato;

15 SISTEMA ACQUA DI RAFFREDDAMENTO

Il sistema acqua di raffreddamento in ciclo chiuso è essenzialmente costituito dal refrigerante ad aria, dal vaso di espansione e dalle pompe di circolazione.

Il refrigerante ed il vaso di espansione sono installati all'esterno, su di una struttura metallica, posti tra i due banchi del condensatore di vapore, alla stessa quota dei ventilatori. Le pompe di circolazione dell'acqua sono installate all'interno, in un apposito locale, posizionato sotto il refrigerante, insieme alle pompe di estrazione del condensato.

Lo scopo del sistema in oggetto è di raffreddare l'acqua, in circuito chiuso, da inviare alle utenze che necessitano di smaltire il calore, tra cui: olio lubrificazione turbina vapore, aria alternatore, compressori aria e al banco di campionamento, ecc.

L'acqua raffreddata nel refrigerante per mezzo di ventilatori assiali è inviata, tramite pompe di circolazione, ad un collettore il quale ha la funzione successiva di distribuire l'acqua alle varie utenze.

L'acqua utilizzata nel circuito è una miscela di acqua osmotizzata e glicole, per prevenire da fenomeni di formazione di ghiaccio.

I ventilatori sono azionati tramite motori elettrici, con azionamento diretto. Non è prevista la regolazione della temperatura dell'acqua mediante variazione della portata di aria. In caso di bassa temperatura dell'aria o basso carico termico, si potrà agire spegnendo direttamente uno, o più, dei tre ventilatori del refrigerante.

16 SISTEMA DI GESTIONE DELLE ACQUE

16.1 GENERALITÀ

L'impianto di termovalorizzazione è dotato di un sistema integrato di gestione delle acque tale da minimizzare gli scarichi liquidi.

Le Acque Meteoriche di Prima Pioggia provenienti da strade e piazzali, assimilabili ad Acque Meteoriche Dilavanti Contaminate, sono convogliate e stoccate in una vasca di prima pioggia per poi subire un trattamento primario ed essere smaltite attraverso la pubblica fognatura.

Le Acque Meteoriche provenienti da strade e piazzali eccedenti la prima pioggia, assimilabili ad Acque Meteoriche Dilavanti Non Contaminate, sono inviate al Canale Colatore Destro tramite collettore di impianto.

Le Acque Meteoriche Dilavanti Non Contaminate provenienti dalla copertura del fabbricato principale vengono recuperate al fine di un loro riutilizzo. Le Acque Meteoriche Dilavanti Non Contaminate provenienti dalla copertura del Fabbricato Pesa afferiscono alla rete di raccolta strade e piazzali mentre quelle provenienti dalla copertura del Fabbricato Servizi vengono inviate al collettore di impianto di recapito al Canale Colatore destro.

Le acque di lavaggio, diverse dalle meteoriche, assimilabili ad acque reflue industriali, derivanti dalle attività di pulizia delle diverse superfici d'impianto, sono convogliate in vasche chiuse di stoccaggio dedicate e smaltite mediante autobotte.

Si prevede il recupero delle acque di processo per un successivo riutilizzo, per le utenze d'impianto che non necessitano di acqua con caratteristiche qualitative particolarmente elevate. Le acque industriali di processo non riutilizzate sono inviate, a seconda delle loro caratteristiche, alla pubblica fognatura oppure allo stoccaggio in vasca chiusa per lo smaltimento con autobotte.

Le acque nere dei servizi del fabbricato pesa, del fabbricato servizi e del fabbricato termovalorizzatore saranno inviate in fognatura.

Il sistema di distribuzione, essenzialmente costituito da tubazioni, valvole e pompe, collegherà i sistemi alle varie utenze.

16.2 DESCRIZIONE DEL SISTEMA

16.2.1 GESTIONE DELLE ACQUE METEORICHE

La gestione delle Acque Meteoriche prevede che:

- le Acque Meteoriche di Prima Pioggia (AMPP) provenienti da strade e piazzali, e dalla copertura del Fabbricato Pesa, classificabili come Acque Meteoriche Dilavanti Contaminate (AMC), vengano separate da quelle successive (le cosiddette acque di seconda pioggia) e stoccate in un bacino di accumulo interrato di capacità tale da contenere il volume d'acqua corrispondente ai primi 5 mm di pioggia caduta sulla superficie scolante dell'impianto. Le acque così stoccate vengono poi rilanciate all'unità di trattamento (dissabbiatura e disoleatura) e smaltite in pubblica fognatura;
- Le Acque Meteoriche provenienti da strade e piazzali ed eccedenti le AMPP, le cosiddette acque di seconda pioggia, assimilabili pertanto a Acque Meteoriche Dilavanti Non Contaminate, vengano inviate al Canale Colatore Destro tramite collettore unico di impianto che costituisce l'unico punto di consegna al corpo superficiale;
- Le Acque Meteoriche Dilavanti provenienti dalla copertura del fabbricato principale del termovalorizzatore, che rappresentano Acque Meteoriche Dilavanti Non Contaminate, vengano raccolte in vasca di stoccaggio per il successivo riutilizzo, mentre quelle provenienti dalla copertura del fabbricato servizi vengano scaricate nel Canale Colatore Destro, innestandosi nel collettore unico di consegna al corpo superficiale.

Il sistema di gestione delle acque meteoriche è costituito essenzialmente dai seguenti principali componenti:

- vasca di prima pioggia (VSC0005), destinata alla raccolta delle Acque Meteoriche Dilavanti Contaminate (AMC), ossia le Acque Meteoriche di Prima Pioggia provenienti da strade e piazzali dell'impianto e dalla copertura del fabbricato pesa;

- vasca di raccolta delle Acque Meteoriche Dilavanti Non Contaminate – AMDNC provenienti dalla copertura del fabbricato termovalorizzatore (VSC0004);
- rete di raccolta delle Acque Meteoriche Dilavanti di strade e piazzali;
- rete di raccolta delle Acque Meteoriche Dilavanti Non Contaminate – AMDNC provenienti dalla copertura del fabbricato termovalorizzatore;
- rete di raccolte delle Acque Meteoriche Dilavanti Non Contaminate – AMDNC provenienti dalle coperture del Fabbricato Servizi e afferente al collettore unico di consegna al corpo superficiale del Canale Colatore Destro.

La vasca di prima pioggia VSC0005 è dimensionata per lo stoccaggio di un volume pari alla precipitazione di cinque millimetri uniformemente distribuiti sull'intera superficie scolante servita dalla rete di raccolta di strade e piazzali. Essa consente di stoccare le acque meteoriche di prima pioggia che, dilavando strade e piazzali, possono essere caratterizzate da elevate concentrazioni di sostanze inquinanti e che sono pertanto classificabili come Acque Meteoriche Dilavanti Contaminate (AMC).

La vasca è preceduta da un pozzetto separatore che contiene al proprio interno uno stramazzo su cui sfiorano le acque cosiddette di seconda pioggia, dal momento in cui il pelo libero dell'acqua nella vasca raggiunge il livello della soglia dello stramazzo. Inoltre, la vasca è dotata di sistema meccanico, del tipo a galleggiante, tale da determinare la netta separazione tra le acque di prima e quelle di seconda pioggia, escludendo ogni possibilità di convogliamento accidentale delle acque di prima pioggia verso lo scarico fuori fognatura.

All'interno della vasca è installato un sistema di svuotamento che viene attivato automaticamente da una sonda di livello.

La linea di mandata a valle del sistema di svuotamento della vasca prevede un pozzetto di decompressione, un pozzetto disoleatore ed un pozzetto di presa campione, con relativo organo di intercetto, prima dell'invio alla pubblica fognatura.

Le acque di seconda pioggia, assimilabili pertanto ad Acque Meteoriche Dilavanti Non Contaminate, vengono inviate al Canale Colatore Destro, tramite collettore dedicato.

Le Acque Meteoriche Dilavanti Non Contaminate provenienti dalla copertura del fabbricato termovalorizzatore sono captate da rete dedicata ed inviate alla relativa vasca di stoccaggio VSC0004, con capacità di circa 100 m³.

Tale vasca è servita da un sistema di pompaggio che rilancia l'acqua stoccata alle seguenti vasche:

- VSC0001: vasca accumulo antincendio;
- VSC0002: vasca stoccaggio per alimento impianto produzione acqua demineralizzata;
- VSC0003: vasca stoccaggio acqua industriale;
- VSC0007: vasca stoccaggio per irrigazione area a verde.

La rete di distribuzione è mantenuta in pressione da polmoni di pressurizzazione che consentono di ridurre i cicli di marcia/arresto del sistema di pompaggio e rendendo immediatamente disponibile l'acqua alle utenze in funzione delle richieste di ciascuna di esse.

Le medesime vasche sono servite anche dalla rete di distribuzione dell'acqua di pozzo.

La VSC0004 è dotata di troppo pieno e di tubazione di fondo per il suo svuotamento in caso di manutenzione. Entrambe le suddette linee in uscita sono indirizzate al Canale Colatore Destro, previa interposizione di pozzetto di presa campione.

16.2.2 VASCA ANTINCENDIO

La vasca VSC0001 è dedicata allo stoccaggio dell'acqua antincendio. Tale vasca riceve acqua dalla vasca VSC0004, dal pozzo e, solo in ultima battuta dalla rete di distribuzione dell'acqua potabile di acquedotto, al fine di garantire comunque la disponibilità di acqua per far fronte ad eventuali emergenze incendi.

La vasca è servita da un gruppo di pompaggio antincendio, installato sotto battente, che alimenta l'intero anello antincendio di impianto.

Ai fini della lotta antincendio la volumetria sufficiente è stata stimata in circa 300 m³.

La VSC0001 è dotata di troppo pieno e di tubazione di fondo per il suo svuotamento in caso di manutenzione. Entrambe le suddette linee in uscita sono indirizzate al Canale Colatore Destro, previa interposizione di pozzetto di presa campione.

16.2.3 SISTEMA ACQUA DI EMERGENZA PER GRIGLIE GVG

Dalla medesima vasca antincendio aspira il sistema di emergenza per il raffreddamento delle griglie dei sistemi SCG.

In particolare tale sistema è costituito da una motopompa installata sotto battente, in adiacenza al gruppo antincendio, ed aspira ad una quota superiore al gruppo antincendio stesso in modo da garantirne la funzionalità.

Il sistema di emergenza per il raffreddamento delle griglie è pensato per la salvaguardia delle griglie di combustione, che sono normalmente raffreddate da un sistema di acqua di raffreddamento a circuito chiuso e devono operare a temperature non superiori ai 65 °C, nel caso in cui, in presenza di black-out generale, anche il gruppo elettrogeno non funzioni.

In tali condizioni il sistema, comandato dal DCS, entra in funzione e consente il mantenimento delle corrette temperature dei gradini delle griglie permettendo al personale la messa in sicurezza dell'impianto limitando i rischi di danni permanenti agli stessi gradini. L'acqua pompata dalla motopompa viene inviata alle griglie, raffredda i gradini e quindi torna alla medesima vasca, percorrendo di fatto un circuito chiuso. In tal modo non si ha dispersione di acqua ed il mantenimento delle corrette condizioni tecnico-normative dell'alimentazione per il gruppo antincendio.

16.2.4 ACQUE DI PROCESSO ED ACQUE DI LAVAGGIO

Tale sistema è costituito dai seguenti elementi:

- VSC0002: vasca stoccaggio per alimento impianto produzione acqua demineralizzata;
- VSC0003: vasca stoccaggio acqua industriale;
- VSC0008: vasca chiusa per ricircolo acqua fangosa delle scorie;
- VSC0009: vasca chiusa per stoccaggio acqua di lavaggio zona avanfossa;
- VSC0010: vasca chiusa per stoccaggio acqua di lavaggio zona residui SDF;
- VSC0011: vasca chiusa per stoccaggio acqua di lavaggio zona reagenti SDF;
- VSC0012: vasca chiusa per stoccaggio acqua di lavaggio zona ceneri volanti GVG;

La vasca VSC0002, con volumetria pari a 50 m³, è intesa come volume di accumulo a servizio del sistema di produzione di acqua demineralizzata. Infatti il sistema di pompaggio ivi installato provvede a fornire acqua di recupero al sistema di produzione demi, secondo le richieste di impianto.

Tale vasca riceve acqua dal pozzo, dalla vasca di raccolta delle acque di copertura del fabbricato termovalorizzatore, dall'acquedotto e dal sistema di recupero degli spurghi in continuo dei corpi cilindrici dei generatori di vapore.

La vasca è dotata di un troppo pieno indirizzato, per successivo trattamento, alla fognatura nera, a causa della presenza di percentuali ridotte di reagenti chimici che, di fatto, la classificano come acqua di processo non inviabile al canale.

La vasca VSC0003, con volumetria di 50 m³, è intesa come volume di stoccaggio a servizio della rete di lavaggio che serve l'intero impianto.

Tale vasca riceve acqua dal pozzo, dalla vasca di raccolta delle acque di copertura del fabbricato termovalorizzatore, dall'acquedotto e dal sistema di raccolta degli eluati del sistema di produzione dell'acqua demineralizzata. A causa di quest'ultimo ingresso, all'interno della vasca è installato un misuratore del pH che consente l'iniezione di reagenti per la neutralizzazione del volume stoccato.

Il sistema di pompaggio e la rete di distribuzione, dotata di polmoni di pressurizzazione che consentono di ridurre i cicli di marcia/arresto del sistema di pompaggio e rendendo immediatamente disponibile l'acqua alle utenze in funzione delle richieste di ciascuna di esse, servono le seguenti aree ed utenze:

- area piazzale avanfossa;
- locali tecnici sottopiazzale;
- area deposito e caricamento prodotti della depurazione fumi;
- area deposito e trattamento reagenti per la depurazione fumi;
- area sotto griglia dei SCG;
- area ceneri volanti;
- corridoio carico scorie su camion;
- area tramogge di carico linee incenerimento (interno fossa);
- nastri fini sotto griglia;
- estrattori scorie.

L'anello di distribuzione alle utenze comprende manichette di lavaggio UNI 45 a copertura delle aree servite.

La vasca è dotata di un troppo pieno indirizzato, per successivo trattamento, alla fognatura nera, a causa della presenza di percentuali di reagenti chimici che, di fatto, la classificano come acqua di processo non inviabile al canale.

La vasca VSC0008, con volumetria di 10 m³, è intesa come punto di raccolta e ricircolo delle acque provenienti dai troppo pieno degli estrattori scorie, dalle zone di lavaggio dell'area GVG e dal lavaggio del corridoio di carico scorie sui mezzi per loro successivo allontanamento.

La vasca è dotata di un sistema di pompaggio che ricircola l'acqua verso gli stessi estrattori scorie, per il raffreddamento delle stesse, al fine di minimizzare i consumi di acqua di migliore qualità.

La vasca è dotata al suo interno di un setto separatore che permette di trattenere i materiali solidi sospesi nel fluido proveniente dalle zone di lavaggio e dagli estrattori.

La vasca è di tipo chiuso ed il suo svuotamento per operazioni di manutenzione e pulizia può avvenire esclusivamente tramite utilizzo di autobotte.

Le vasche VSC0009, 0010, 0011, 0012, ciascuna con volumetria di 10 m³, sono destinate alla raccolta delle acque di lavaggio delle varie zone di impianto, sono tutte di tipo chiuso ed il loro svuotamento per operazioni di manutenzione e pulizia può avvenire esclusivamente tramite utilizzo di autobotte.

In particolare, la vasca VSC009 è stata dimensionata considerando di contenere l'acqua derivante dal lavaggio (pari a 5 mm) di tutta la superficie dell'avanfossa (estensione di ca. 2.000 m²). Si precisa che, nelle normali condizioni operative, solo una parte dell'intero piazzale è interessato dallo stesso lavaggio, e che, come già esposto in precedenza, l'avanfossa è completamente al coperto e quindi non soggetta a fenomeni di precipitazione atmosferica.

16.2.5 ACQUA POTABILE

L'impianto di termovalorizzazione è dotato di un sistema di accumulo dell'acqua potabile di acquedotto, da un sistema ad autoclave e dalla rete di distribuzione alle utenze.

La rete serve essenzialmente le seguenti utenze:

- Servizi igienici
- Docce
- Doccette lavaocchi per sicurezza operatori
- Cucina.

16.2.6 ACQUE DI IRRIGAZIONE E DECORATIVE

L'impianto è dotato infine di volumi di accumulo utilizzabili per scopi irrigui e decorativi.

In particolare si hanno i seguenti elementi:

- VSC0007: vasca stoccaggio per irrigazione area a verde;
- VSC0013: vasca per ricircolo acqua a muro d'acqua ornamentale;

La vasca VSC007, con volumetria di 10 m³, è destinata all'alimentazione, tramite sistema di pompaggio dedicato, della rete di distribuzione di impianto per l'irrigazione delle area a verde, intendendo con queste sia quelle poste a piano di campagna sia quelle decorative sommitali poste sui muri di confine lungo i lati est e nord di impianto.

La vasca VSC0013, con volumetria di 12 m³, è destinata all'alimentazione in circuito chiuso dell'acqua decorativa del muro di confine posto lungo il lato nord di impianto. Tale muro, infatti, incorpora al suo interno un sistema che genera una lama d'acqua che scorre lungo la parete esterna, ricadendo in una canale di raccolta e da questa nella vasca in oggetto. La vasca è completa di sistemi per il trattamento dell'acqua in circuito chiuso al fine di prevenire la formazione di alghe e batteri e di controllarne il corretto valore di pH.

Le due suddette vasche ricevono acqua dal pozzo, dall'acquedotto e dalla vasca VSC0004 di raccolta dalla copertura del fabbricato termovalorizzatore e sono dotate di troppo pieno e di tubazione di fondo per il loro svuotamento in caso di manutenzione. Tali linee in uscita dalle

vasche sono indirizzate al Canale Colatore Destro, previa interposizione di pozzetto di presa campione.

17 SISTEMA GAS NATURALE

Nell'impianto in oggetto la necessità di un'alimentazione a gas naturale, proveniente dall'adiacente condotto di IV specie gestito da Estra Reti Gas, è dettata dalla presenza dei bruciatori dei sistemi di combustione a griglia (SGC) di entrambe le linee.

Il sistema dei bruciatori, per la cui descrizione dettagliata si rimanda al capitolo della sezione di incenerimento mediante forno a griglia, è necessario per assicurare l'avviamento dell'impianto ed inoltre interviene in caso di necessità per assicurare, in tutte le condizioni di funzionamento, che la temperatura dei fumi nella zona di post combustione sia sempre superiore ad 850 °C per un tempo maggiore di 2 secondi.

A partire dalla cabina di riduzione e misura si sviluppa la rete di distribuzione interna all'impianto. La rete, percorso il primo tratto interrato che separa la cabina dal fabbricato, entra all'interno dello stesso e sale alle quote dei bruciatori di entrambe le linee, posti a circa 6,5 m e 15 m.

Le caratteristiche della fornitura da richiedere al gestore della rete di distribuzione di zona per la fornitura di gas naturale a valle della cabina di riduzione e misura sono le seguenti:

- Pressione minima a valle della cabina di consegna 0,5 barg
- Consumo di picco 4.500 Nm³/h
- Consumo annuo previsto ca. 600.000 Nm³/anno

Considerando che per ciascuna linea si ha:

- Potenzialità complessiva dei bruciatori 19,6 MW;
- Potenzialità complessiva dei 2 bruciatori di ZPC 16,3 MW (2 x 8,15 MW)

Relativamente al dimensionamento della cabina e della linea la condizione con due linee simultaneamente in avviamento, con un carico complessivo dei bruciatori pari a 39,2 MW (2 linee x 19,6 MW), determina un consumo di gas di picco pari a 4.150 Nm³/h, ben inferiore alle caratteristiche stabilite.

18 GRUPPO ELETTROGENO DI EMERGENZA

Il capitolo in oggetto definisce il sistema gruppo elettrogeno che si avvia automaticamente in caso di mancanza di energia elettrica provvedendo ad alimentare, per il tempo richiesto, tutte le utenze necessarie alla fermata in sicurezza dell'impianto.

In caso di fermata intempestiva dell'impianto, il Sistema di controllo (DCS) provvede inizialmente ai distacchi di tutte le utenze sui singoli quadri MCC e, successivamente, alla sequenza automatica graduale di riavviamento delle sole utenze critiche alimentabili da Gruppo Elettrogeno (GE) per consentire, al GE stesso di acquisire carico progressivamente e, successivamente, all'impianto, di fermarsi in sicurezza.

Le utenze previste sono le seguenti:

- Utenze turbina TGV (pompa olio sollevamento, viratore)
- 1 Pompa acqua alimento
- 1 Pompa estrazione condensato
- Raddrizzatore - Batteria (Centrale)
- Raddrizzatore - Batteria (Stazione)
- UPS di processo (Centrale)
- UPS di processo (Stazione)
- UPS Soccorritore Luce di sicurezza
- 1 compressore aria
- GVG – Utenze griglia e scorie linea 1
- GVG – Utenze griglia e scorie linea 2
- SDF – Motore di emergenza ventilatore estrazione fumi Linea 1
- SDF – Motore di emergenza ventilatore estrazione fumi Linea 2

Il gruppo elettrogeno comprende:

- Basamento metallico;
- Motore a scoppio alimentato a gasolio;
- Alternatore coassiale;
- Sistema di controllo e regolazione di frequenza e tensione;
- Serbatoio del gasolio incorporato nel basamento;
- Quadro elettrico con interruttore generale;

Il motore a scoppio alimentato a gasolio è del tipo ad iniezione diretta, raffreddato ad acqua con radiatore ed è a 16 cilindri a V con cilindrata di ca. 76.000 cm³.

Il GE è del tipo autoportante insonorizzato, è dotato di serbatoio principale interrato.

E' prevista una marmitta di scarico silenziata per l'abbattimento del rumore.

Il GE è certificato ai fini delle emissioni ambientali (rumore e gas di scarico) ed è completo di gruppo di misura fiscale certificato UTF.

19 SCHEDE TECNICHE DEI MACCHINARI

19.1 SISTEMA DI MOVIMENTAZIONE RIFIUTI

Item	Descrizione	u.m.	valore
	Carroponte		
	Quantità	n	2
	Classe dell'apparecchio (secondo FEM 1.001)		A8
	Classe dei meccanismi (secondo FEM 1.001)		M8
	Portata nominale	kg	12.000
	Velocità di sollevamento normale	m/s	1
	Tempo di accelerazione	s	≤ 3
	Tempo di decelerazione (fermata)	s	≤ 2
	Velocità di traslazione normale del carrello	m/s	0,5
	Tempo di accelerazione	s	≤ 3
	Tempo di decelerazione (fermata)	s	≤ 1
	Velocità di scorrimento normale del ponte	m/s	0,83
	Tempo di accelerazione	s	≤ 3
	Tempo di decelerazione (fermata)	s	≤ 2
	Freccia limite del ponte / scartamento		1/1000
	Potenza motori per scorrimento ponte	kW	2 x 5,5
	Potenza motori per traslazione carrello	kW	2 x 1,5
	Potenza motore sollevamento	kW	132
	Alimentazione elettrica		a festoni
	Dispositivo di pesatura		a celle di carico
	Benna		
	Quantità	n	3
	Classe del componente (secondo FEM 1.001)		E8
	Capacità nominale	m ³	6
	Valve	n	8
	Tempo apertura valve	s	7
	Tempo chiusura valve	s	13
	Potenza elettrica installata	kW	22

19.2 SISTEMA DI MOVIMENTAZIONE SCORIE DI COMBUSTIONE

Item	Descrizione	u.m.	valore
	Carroponte		
	Quantità	n	2
	Classe dell'apparecchio (secondo FEM 1.001)		A6
	Classe dei meccanismi (secondo FEM 1.001)		M6
	Portata nominale	kg	9.000
	Velocità di sollevamento normale	m/s	0,5
	Tempo di accelerazione	s	≤ 3
	Tempo di decelerazione (fermata)	s	≤ 2
	Velocità di traslazione normale del carrello	m/s	0,5
	Tempo di accelerazione	s	≤ 3
	Tempo di decelerazione (fermata)	s	≤ 1
	Velocità di scorrimento normale del ponte	m/s	0,83
	Tempo di accelerazione	s	≤ 3
	Tempo di decelerazione (fermata)	s	≤ 2
	Freccia limite del ponte / scartamento		1/1000
	Potenza motori per scorrimento ponte	kW	2 x 2,2
	Potenza motori per traslazione carrello	kW	2 x 0,75
	Potenza motore sollevamento	kW	55
	Alimentazione elettrica		a festoni
	Dispositivo di pesatura		a celle di carico
	Benna		
	Quantità	n	2
	Classe del componente (secondo FEM 1.001)		E8
	Capacità nominale	m ³	3
	Valve	n	2
	Tempo apertura valve	s	10
	Tempo chiusura valve	s	17
	Potenza elettrica installata	kW	18,5

19.3 SISTEMA DI COMBUSTIONE

Item	Descrizione	u.m.	valore
	Quantità	n	2

Item	Descrizione	u.m.	valore
	Caratteristiche termodinamiche		
	PCI rifiuti massimo	MJ/kg	16,8
	PCI rifiuti nominale (di targa)	MJ/kg	12,8
	PCI rifiuti di progetto	MJ/kg	9,5
	PCI rifiuti minimo	MJ/kg	8,3
	Portata rifiuti con PCI massimo (16,8 MJ/kg)	t/h	7,0
	Portata rifiuti con PCI nominale (12,8 MJ/kg)	t/h	9,2
	Portata rifiuti con PCI di progetto (9,5 MJ/kg)	t/h	12,4
	Portata rifiuti con PCI minimo (8,3 MJ/kg)	t/h	12,4
	Portata rifiuti in sovraccarico meccanico	t/h	13,6
	Carico termico da rifiuto massimo (sovraccarico termico)	MW	35,9
	Carico termico da rifiuto nominale	MW	32,6
	Carico termico da rifiuto di progetto	MW	32,6
	Carico termico da rifiuto minimo	MW	22,8
	Alimentatore		
	Settori di alimentatore	n	2
	Larghezza di ciascun settore di alimentatore	mm	2.597
	Spintori dell'alimentatore	n	2
	Portata massima rifiuti dell'alimentatore	t/h	20
	Griglia di combustione		
	Superficie della griglia	m ²	45
	Lunghezza	m	8,40
	Larghezza	m	5,40
	Carico termico specifico	kW/m ²	720
	Carico meccanico specifico	kg/(h m ²)	300
	Carico meccanico specifico minimo	kg/(h m ²)	150
	Inclinazione sull'orizzontale	gradi	14
	Treni longitudinali	n	1
	Gradini mobili	n	12
	Gradini fissi	n	12
	Tramogge totali sottogriglia	n	10
	Raffreddamento della griglia		Ad acqua
	Inclinazione della griglia rispetto all'orizzontale	gradi	15
	Larghezza di ciascun elemento di griglia	mm	3 x 1.740
	Lunghezza di ciascun elemento di griglia	mm	545
	Altezza fronte di spinta di ciascun elemento di griglia	mm	170

19.4 GENERATORE DI VAPORE

Item	Descrizione	u.m.	valore
	Quantità	n	2
	Caratteristiche termodinamiche		
	Portata di vapore alla condizione nominale	t/h	36,9
	Temperatura del vapore in uscita GV	°C	440
	Pressione del vapore in uscita GV	Bar(a)	50
	Temperatura acqua alimento entrata economizzatore	°C	130
	Portata di vapore in condizioni di sovraccarico	t/h	40,5
	Portata fumi alla condizione nominale	Nm ³ /h	≅ 65.000
	Temperatura fumi uscita GV	°C	180
	Calore recuperato dai fumi	MW	28,45
	Dispersioni nell'ambiente	MW	0,21
	Calore ceduto al vapore	MW	28,21
	Rendimento del GV alla condizione nominale	%	86,5
	Superfici di scambio termico		
	<i>Superfici proiettate delle pareti membranate</i>		
	Camera combustione + post-combustione (ZC + ZPC)	m ²	356
	1° canale	m ²	55
	2° canale	m ²	143
	3° canale	m ²	141
	4° canale (convettiva)	m ²	246
	Totale pareti membranate proiettate	m ²	940
	<i>Superficie dei banchi convettivi</i>		
	1° evaporatore	m ²	150
	1° surriscaldatore	m ²	526
	2° surriscaldatore	m ²	526
	3° surriscaldatore	m ²	526
	2° evaporatore	m ²	1.088
	Economizzatore	m ²	2.321
	Totale banchi convettivi	m ²	5.137
	Superficie totale GV (proiettata + convettivi)	m ²	6.077
	Produzione di vapore specifica in condizioni nominali (kg/h prodotti per m ² di superficie del generatore)	(kg/h)/m ²	6,07
	Volume della zona di combustione	m ³	150
	Carico termico specifico volumetrico ZC	MW/m ³	0,22
	Volume della zona di post combustione	m ³	292

Item	Descrizione	u.m.	valore
	Carico termico specifico volumetrico ZPC	MW/m ³	0,11
	Bruciatori di post combustione		
	Quantità	n	2
	Potenza termica di ciascun bruciatore	MW	8,28
	Potenza termica totale	MW	16,56
	Portata di metano totale	Nm ³ /h	650
	Bruciatori di accensione		
	Quantità	n	1
	Potenza termica di ciascun bruciatore	MW	3,0
	Portata di metano totale	Nm ³ /h	120
	Pompe alimento caldaia		
	Quantità	n	3
	Portata	m ³ /h	90
	Prevalenza	m H ₂ O	735
	Temperatura di aspirazione	°C	130
	Pressione di aspirazione	Bar a	2,7
	Pressione di mandata	Bar a	70
	Potenza installata	kW	200

19.5 FILTRO A MANICHE PRIMO STADIO

Item	Descrizione	u.m.	valore
	Quantità	n	2
	Portata fumi alla condizione nominale	Nm ³ /h	65.000
	Temperatura fumi alla condizione nominale	°C	180
	Temperatura fumi massima ammissibile	°C	240
	Celle	n.	4
	File di maniche per cella	n.	10
	Maniche filtranti per fila	n.	22
	Maniche filtranti per cella	n.	220
	Maniche filtranti totali	n.	880
	Superficie filtrante per cella	m ²	615
	Superficie filtrante totale	m ²	2460
	Velocità di filtrazione	m/min	< 0,9

Item	Descrizione	u.m.	valore
	Materiale cestelli		Acciaio con trattamento cataforesi
	Materiale maniche		Membrana in PTFE supporto in PTFE Gore ® 745 g/m ²
	Diametro maniche	mm	130
	Altezza maniche	mm	7.000
	Perdite di carico	Pa	1.500
	Preriscaldamento		Ventilatore e batteria elettrica

19.6 FILTRO A MANICHE SECONDO STADIO

Item	Descrizione	u.m.	valore
	Quantità	n	2
	Portata fumi alla condizione nominale	Nm ³ /h	65.000
	Temperatura fumi alla condizione nominale	°C	180
	Temperatura fumi massima ammissibile	°C	240
	Celle	n.	4
	File di maniche per cella	n.	10
	Maniche filtranti per fila	n.	22
	Maniche filtranti per cella	n.	220
	Maniche filtranti totali	n.	880
	Superficie filtrante per cella	m ²	615
	Superficie filtrante totale	m ²	2.460
	Velocità di filtrazione	m/min	< 0,9
	Materiale cestelli		Acciaio con trattamento cataforesi
	Materiale maniche		Membrana in PTFE supporto in PTFE Gore ® 830 g/m ²
	Diametro maniche	mm	130
	Altezza maniche	mm	7.000
	Perdite di carico	Pa	1.500
	Preriscaldamento		Ventilatore e batteria elettrica

19.7 REATTORE CATALITICO (SCR)

Item	Descrizione	u.m.	valore
	Quantità	n	2
	Tipologia		Tail end a Nido d'ape
	Portata alla condizione nominale	Nm ³ /h	70.000
	Temperatura di esercizio	°C	190
	Volume	m ³	≅ 39
	Strati installati	n	2
	Strati vuoti disponibili	n	1
	Dimensioni in pianta strato	m x m	4,4 x 3.8
	Altezza strato	m	1,3
	Pitch minimo	mm	3,7

19.8 VENTILATORE DI ESTRAZIONE FUMI

Item	Descrizione	u.m.	valore
	Quantità	n	2
	Tipologia		Centrifugo
	Portata massima di dimensionamento	Nm ³ /h	104.000
	Prevalenza di dimensionamento	mbar	1.150
	Temperatura di esercizio	°C	190
	Potenza installata motore	kW	710

19.9 SISTEMI DI STOCCAGGIO

Item	Descrizione	u.m.	valore
	Silos stoccaggio calce idrata	n x m ³	2 x 100
	Silos stoccaggio bicarbonato di sodio	n x m ³	1 x 100
	Silos stoccaggio carbone attivo	n x m ³	1 x 30
	Silos di stoccaggio ricircolo PCR	n x m ³	2 x 15
	Serbatoi di stoccaggio soluzione ammoniacale	n x m ³	1 x 50
	Silos stoccaggio prodotti calcici residui e ceneri volanti	n x m ³	2 x 150
	Silos stoccaggio prodotti sodici residui	n x m ³	2 x 80

Item	Descrizione	u.m.	valore
	Serbatoi di stoccaggio acqua demineralizzata	n x m ³	3 x 50
	Serbatoi di stoccaggio aria compressa	n x m ³	2 x 20

19.10 COMPRESSORE ARIA

Item	Descrizione	u.m.	valore
	Compressore a giri fissi		
	Quantità	n	1
	Portata aria resa in mandata	m ³ /h	1.000
	Potenza installata	kW	110
	Temperatura aria compressa in mandata	°C	40
	Compressore a giri variabili		
	Quantità	n	2
	Portata aria resa in mandata per 1 compressore	m ³ /h	1.000
	Potenza installata	kW	132
	Temperatura aria compressa in mandata	°C	40

19.11 CIMINIERA

Item	Descrizione	u.m.	valore
	Tipologia		A canne metalliche sostenute da strutture indipendenti cls
	Canne	n	2
	Portata fumi massima	Nm ³ /h	85.000
	Portata fumi alle condizioni nominali	Nm ³ /h	73.000
	Temperatura fumi alle condizioni nominali	°C	140
	Velocità fumi alle condizioni nominali	m/s	20 m/s
	Diametro interno canne	mm	1.400
	Diametro esterno canne	mm	1.600
	Altezza canne	m	60

19.12 TURBOALTERNATORE

Item	Descrizione	u.m.	valore
	Turbina a vapore		
	Portata vapore	kg/h	73.800
	Pressione vapore	Bar a	49
	Temperatura	°C	437
	Portata vapore spillamento HP	kg/h	3.936
	Pressione vapore spillamento HP	Bar a	22
	Temperatura spillamento HP	°C	337
	Portata vapore spillamento MP	kg/h	3.314
	Pressione vapore spillamento MP	Bar a	4
	Temperatura spillamento MP	°C	152
	Portata vapore spillamento LP	kg/h	2.454
	Pressione vapore spillamento LP	Bar a	1
	Temperatura spillamento LP	°C	99
	Pressione allo scarico	Bar a	0,10
	Portata vapore allo scarico	kg/h	64.096
	Entalpia vapore allo scarico	kJ/kg	2.305
	Titolo del vapore allo scarico		0,885
	Potenza elettrica ai morsetti dell'alternatore	MW	17,6
	Alternatore		
	Tipo		Sincrono trifase 50 Hz
	Potenza nominale	MVA	25
	Tensione nominale	kV	15
	Fattore di potenza		0,8
	Velocità	giri/min	1.500
	Esecuzione		Totalmente chiusa, autoventilato
	Tipo eccitazione		brushless
	Temperatura aria di raffreddamento	°C	25 ÷ 45
	Temperatura dell'acqua del ciclo chiuso	°C	20 ÷ 40
	Isolamento termico alternatore		Per temperature superficiali > 60 °C
	Costruzione		A Norme IEC

19.13 CONDENSATORE DI VAPORE AD ARIA

Item	Descrizione	u.m.	valore
	Condensatore		
	Tipo		a capanna
	Portata di vapore allo scarico della turbina	kg/h	64.096
	Pressione allo scarico turbina	bar a	0,10
	Entalpia del vapore allo scarico turbina	kJ/kg	2.305
	Potenza termica scambiata	MW	37,6
	Pressione di condensazione	bar(a)	0,0965
	Temperatura aria ambiente	°C	25
	Numero totale sezioni		6
	Potenza totale installata	kW	285
	Codice di progetto meccanico		PED - ISPEL (non bollato)
	Pressione di progetto	bar(g)	0,49
	Temperatura di progetto	°C	110
	Sovraspessore di corrosione	mm	1,5
	Lunghezza complessiva del condensatore	m	74
	Larghezza complessiva del condensatore	m	12
	Diametro del condotto di scarico del vapore	mm	2.500
	Volume pozzo caldo	m ³	15

19.14 DEFERRIZZATORE

Item	Descrizione	u.m.	valore
	Deferrizzatore		
	Quantità	n	1 per linea
	Caratteristiche materiale da trattare		
	Tipologia		Scorie e ceneri pesanti da incenerimento rifiuti contenenti materiali ferrosi
	Pezzzatura	mm	< 500
	Densità	t/m ³	1,0 – 1,2
	Prestazioni		
	Portata scorie da trattare	t/h	2 ÷ 3
	Portata materiali ferrosi	t/h	0,06 ÷ 0,1

Item	Descrizione	u.m.	valore
	Caratteristiche costruttive		
	Tipo		A nastro, con magnete permanente
	Installazione		orizzontale
	Potenza installata	kW	3,0
	Potenza assorbita	kW	2,5
	Magnete		1900X1350X350
	Larghezza nastro	mm	1400
	Sistemi di sicurezza		
	Rilevatore di giri		Si
	Controllo termico motore		Si