

**Centrale termoelettrica di San Filippo del Mela
Impianto di valorizzazione energetica di CSS
Progetto definitivo**

APPLICA

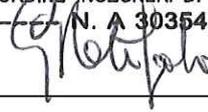
EPW/ING/BDE
EPW/ING/PAS

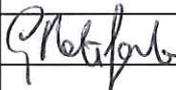
LISTA DI DISTRIBUZIONE

EPW/ING/BDE
EPW/ING/PAS
EPW/GTE

LOGO E CODIFICA DEL FORNITORE O DEL CLIENTE

Ing. Giuseppe Monteforte
ORDINE INGEGNERI DI MILANO
N. A 30354



EMISSIONE					
00	20/07/2015	Emesso per istanza autorizzativa	 PAS Roncatti Candotti Urbano	 PAS/AMI - BDE Sacconi Toscanini	 ING/BDE Monteforte
REV	DATA	DESCRIZIONE	REDAZIONE	VERIFICA	APPROVAZIONE

- Il documento approvato e firmato in originale è depositato presso l'archivio tecnico della S.O.-

INDICE

1 INTRODUZIONE 4

2 CENTRALE DI SAN FILIPPO DEL MELA 5

2.1 DESCRIZIONE DELLA CENTRALE5

2.1.1 LE UNITÀ DI PONENTE (UNITÀ 1, 2)7

2.1.1.1 Caratteristiche dei principali componenti.....7

2.1.2 LE UNITÀ DI LEVANTE (UNITÀ 5, 6)8

2.1.2.1 Caratteristiche dei principali componenti.....8

2.1.3 DESCRIZIONE DEL SISTEMA ELETTRICO9

2.1.4 EMISSIONI DELLA CENTRALE NELLA CONFIGURAZIONE DI RIFERIMENTO10

2.1.5 ALTRI DATI DELLA CENTRALE NELLA CONFIGURAZIONE DI RIFERIMENTO.....11

3 CSS 12

3.1 CARATTERISTICHE DEL CSS UTILIZZATO NEL TMV12

4 IPOTESI DI BASE DELLO STUDIO 14

5 INTERVENTI PREVISTI 16

5.1 MOVIMENTAZIONE E STOCCAGGIO CSS.....16

5.2 CALDAIE A GRIGLIA.....19

5.3 ESTRAZIONE E TRATTAMENTO SCORIE21

5.4 CICLO VAPORE23

5.5 SISTEMA DI TRATTAMENTO FUMI24

5.5.1 SISTEMA SNCR.....27

5.5.2 REATTORE IN LINEA E PRIMO FILTRO A MANICHE27

5.5.3 REATTORE A VENTURI E SECONDO FILTRO A MANICHE29

5.5.4 SISTEMA SCR30

5.5.5 CAMINO31

5.6 SISTEMA DI MONITORAGGIO EMISSIONI IN ATMOSFERA31

5.7 SISTEMA DI ESTRAZIONE E STOCCAGGIO CENERI LEGGERE E PRODOTTI DI REAZIONE32

5.8 SISTEMI ELETTRICI33

5.8.1 DESCRIZIONE DEL SISTEMA ELETTRICO33

5.9 AUTOMAZIONE E CONTROLLO36

5.10 SISTEMI ESISTENTI DI CUI È PREVISTO IL RIUTILIZZO.....37

5.11 OPERE CIVILI37

5.11.1 DESCRIZIONE DELLA VASCA DI STOCCAGGIO CSS, CON PARTICOLARE RIFERIMENTO AI PRESIDI ADOTTATI PER EVITARE INQUINAMENTO SUOLO E FALDA ED IL SISTEMA DI GESTIONE DEI PERCOLATI39

5.11.2 PRINCIPALI FABBRICATI DI NUOVA REALIZZAZIONE39

5.11.3 STOCCAGGI REAGENTI E RESIDUI.....40

5.12 PRESIDI ANTINCENDIO41

5.12.1 CRITERI DI CALCOLO CAPACITA' DI RISERVA IDRICA42

5.12.2 VOLUMETRIE PER CALCOLO IMPIANTI A SOFFOCAMENTO42

5.12.3 CLASSIFICAZIONE DELLE ZONE AI FINI ANTINCENDIO43

5.13 IMPATTO ACUSTICO45

6 ALTERNATIVE PROGETTUALI 49

6.1 SEZIONE DI COMBUSTIONE49

6.2 SEZIONE DI DEPURAZIONE DEI FUMI.....52

6.3 SEZIONE DI PRODUZIONE DELL'ENERGIA ELETTRICA.....54

7 PRESTAZIONI ED EMISSIONI 56

7.1 VALUTAZIONE DELL'INDICE DI RECUPERO ENERGETICO R157

8 TEMPISTICHE..... 59

9 ALLEGATI 60

1 INTRODUZIONE

Nel presente documento è dettagliato il **progetto definitivo** per l'utilizzo del **CSS** (Combustibile Solido Secondario, così come meglio specificato nei paragrafi a seguire) nella Centrale termoelettrica di San Filippo del Mela. In particolare, il progetto fa riferimento alla modifica della Centrale con l'introduzione di un impianto di valorizzazione energetica di CSS (nel seguito "TMV") della potenza termica di 200 MWt caratterizzato da due nuove e identiche caldaie a griglia (100 MWt ciascuna), dalle relative linee di depurazione fumi e da due nuove turbine a vapore da circa 30 MWe ciascuna.

L'impianto in progetto sarà alimentato (potenza 200 MWt al carico MCR) con CSS avente un potere calorifico inferiore (PCI) di norma variabile tra 11.000 kJ/kg e 17.000 kJ/kg.

La caldaia è in grado di valorizzare in energia CSS con PCI inferiori, fino a 9.500 kJ/kg, ma, in tal caso, la potenza generata sarà inferiore a quella riferita all'MCR per limitazioni dovute al sistema di alimentazione del CSS.

Considerando conservativamente un'alimentazione con CSS caratterizzato da PCI pari a 11.000 kJ/kg, la produzione complessiva in caldaia di 200 MW termici comporta un consumo di CSS di circa 65,5 t/h che, su 7.800 ore equivalenti/anno al carico MCR (di cui al diagramma di combustione della griglia), corrisponde a un consumo annuo di CSS di circa 510.545 tonnellate.

Di seguito si illustra una tabella riepilogativa del consumo annuo di CSS, all'MCR, in funzione del PCI.

Carico termico	MCR = 200 MWt		
	11.000	13.500	17.000
PCI [kJ/kg]	11.000	13.500	17.000
Consumo orario [t/h]	65,45	53,33	42,35
Consumo annuo [t/anno]	510.545	416.000	330.353

Tabella 1 – Consumi di CSS in funzione del PCI (valori riferiti all'MCR)

Il documento descrive pertanto gli interventi necessari alla realizzazione dei nuovi componenti dell'impianto, le prestazioni attese, nonché i consumi di reagenti e la produzione di residui derivanti dal processo.

2 CENTRALE DI SAN FILIPPO DEL MELA

2.1 DESCRIZIONE DELLA CENTRALE

La Centrale è situata a circa 6 km ad est di Milazzo, nel comune di San Filippo del Mela ed è costituita da quattro sezioni alimentate ad olio combustibile così divise:

- Ponente: unità SF 1 e 2 da 160 MWe;
- Levante: unità SF 5 e 6 da 320 MWe;

per un totale di circa 960 MWe.

Le unità SF 5 e 6, dotate di denitrificatore e desolfatore, utilizzano olio ATZ (Alto Tenore di Zolfo) come combustibile.

Le unità SF 1 e 2 sono dotate di un sistema di denitrificazione per ciascuna caldaia e di un desolfatore comune e utilizzano anch'esse olio ATZ come combustibile.

Nel sito di centrale sono state in esercizio fino al 31/12/2013 altre due unità denominate SF3 e 4 da 160 MWe ciascuna. A fronte di DEC AIA, a partire dall'1/1/2014 si sta procedendo alla demolizione di questi gruppi di produzione e tale attività dovrebbe concludersi entro settembre 2015.

La superficie destinata all'installazione del nuovo impianto è un'area all'interno del perimetro della centrale, libera da installazioni, che si trova immediatamente a est dei desolfatori dei gruppi 5 e 6.

La configurazione di riferimento attuale – rappresentata nella Figura 1 – pertanto è la seguente:

- Gruppo 1 e 2 in esercizio ad ATZ
- Gruppi 5 e 6 in esercizio ad ATZ

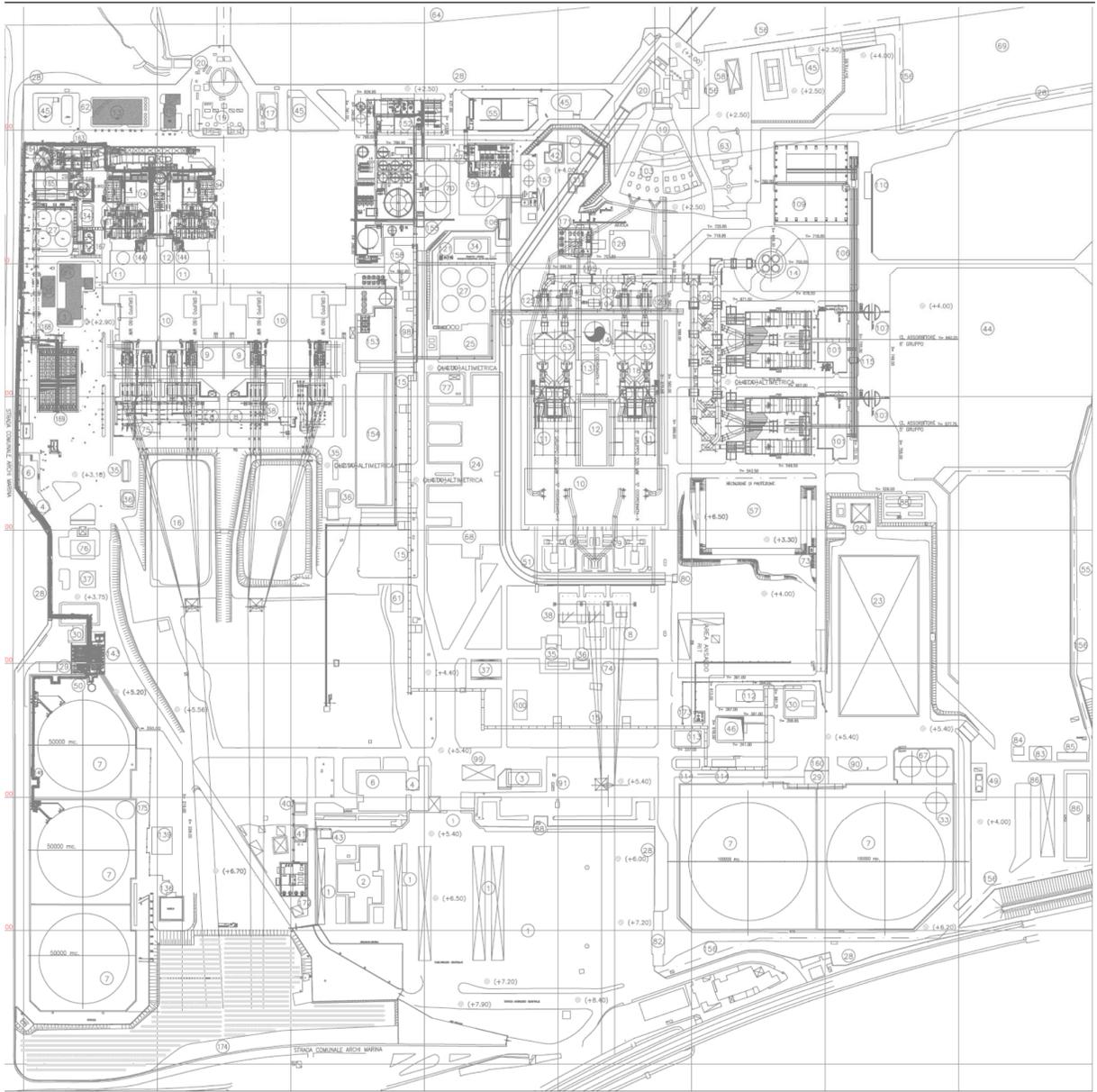


Figura 1 – Planimetria della configurazione di riferimento

2.1.1 LE UNITÀ DI PONENTE (UNITÀ 1, 2)

2.1.1.1 *Caratteristiche dei principali componenti*

La tabella seguente riporta le caratteristiche dei principali componenti meccanici.

CALDAIA	
Costruttore	BREDA
Combustibile primario	OCD
Pressioni vapore nominali, kg/cm ²	148/39,8
Temperature vapore nominali, °C	540/540
Portata vapore nominale, t/h	508/477
Controllo emissioni	
• NOx	OFA / SCR
• PM	ESP
• SO ₂	DeSO _x

TURBINA	
Costruttore	Rateau/Schneider
Tipologia	Tandem Compound – 2 flussi
Potenza, MW	160
Carico minimo, MW	
Pressioni vapore nominali,kg/cm ²	140
Temperature vapore nominali, °C	538
Numero di stadi	15/12/6
Lunghezza pala ultimo stadio, in	2 x 28"

CONDENSATORE	
Costruttore	Ansaldo
Tipo	Ciclo aperto, singolo passaggio
Fluido refrigerante	Acqua mare
Materiale tubazioni	Alluminio - Ottone
Pompa acqua mare	1 X 100%

Tabella 2 – Caratteristiche gruppi da 160 MW

2.1.2 LE UNITÀ DI LEVANTE (UNITÀ 5, 6)

2.1.2.1 *Caratteristiche dei principali componenti*

La tabella seguente riporta le caratteristiche dei principali componenti meccanici.

CALDAIA	
Costruttore	Ansaldo
Combustibile primario	OCD
Pressioni vapore nominali, kg/cm ²	177 / 35.6
Temperature vapore nominali, °C	540 / 540
Portata vapore nominale, t/h	1050
Controllo emissioni	
• NO _x	OFA / SCR
• PM	ESP
• SO ₂	DeSO _x

TURBINA	
Costruttore	Ansaldo
Tipologia	Tandem compound 2 flussi
Potenza, MW	320
Carico minimo, MW	150
Pressioni vapore nominali, kg/cm ²	169
Temperature vapore nominali, °C	538 / 538
Numero di stadi	10/6/6
Lunghezza pala ultimo stadio, in	34.5

CONDENSATORE	
Costruttore	Sowit
Tipo	Ciclo aperto, singolo passaggio
Fluido refrigerante	Acqua mare
Materiale tubazioni	Alluminio- Bronzo
Pompa acqua mare	2 X 75%

Tabella 3 – Caratteristiche gruppi da 320 MW

2.1.3 DESCRIZIONE DEL SISTEMA ELETTRICO

Ogni montante di generazione delle esistenti unità di produzione è composto da:

- generatore sincrono, connesso al trasformatore elevatore tramite condotti sbarre in MT (montante rigido di generazione);
- trasformatore elevatore di unità;
- trasformatore servizi ausiliari, derivato dal montante di generazione prima del trasformatore elevatore;
- stazione AT completa delle apparecchiature di manovra (interruttori e sezionatori AT), misura e protezione per la connessione del gruppo alla rete di trasmissione nazionale (RTN).

L'unità 1 è connessa alla RTN tramite una linea dedicata a 150 kV. Le unità 2, 5 e 6 sono connesse alla RTN alla tensione di 220 kV tramite altrettante linee AT dedicate.

Dai montanti AT delle unità 1 e 2 sono derivati i trasformatori di avviamento TAG 1 e TAG2, uno di riserva all'altro, utilizzati per prelevare dalla RTN l'energia elettrica necessaria per le attività di avviamento e fermata delle unità 1 e 2.

Il trasformatore di avviamento dei gruppi 5 e 6 (TAG3) è alimentato da un sistema di sbarre 220 kV della stazione AT, e può essere connesso, tramite sezionatori, ad una delle due linee AT a 220 kV sulle quali viene erogata la potenza prodotta dalle unità 5 e 6.

Le utenze MT e BT degli impianti DeSOx dei gruppi 5 e 6 sono alimentate dal trasformatore 7TD, derivato dal montante AT a 150 kV dell'ex gruppo 4.

Completano il sistema elettrico i quadri e la rete di distribuzione a 6 kV e a 0.4 kV per l'alimentazione dei servizi ausiliari di ogni unità e dei servizi aux comuni.

2.1.4 EMISSIONI DELLA CENTRALE NELLA CONFIGURAZIONE DI RIFERIMENTO

Unità	SF1		SF2		SF5		SF6		TOT
Pot. El.	160 MW		160 MW		320MW		320MW		960 MW
fuel [Mcal]	742.284		735.364		1.054.679		1.279.137		3.811.466
Energia lorda [kWh]	293.606.325		288.109.575		438.349.248		527.262.192		1.547.327.340
Ore marcia	3.672		3.495		2.749		3.271		13.187
Emissioni	t/y	mg/Nmc	t/y	mg/Nmc	t/y	mg/Nmc	t/y	mg/Nmc	t/y
SO₂	82,994	85,6	88,105	84,0	164,226	99,7	170,377	106,0	505,702
NO_x	56,663	59,1	51,392	60,1	128,526	80,0	183,655	82,7	420,236
PST	2,049	2,9	3,508	3,1	21,447	5,3	20,057	9,2	47,061

Tabella 4 – Valori delle emissioni di macroinquinanti (anno 2014): dettaglio riferito alle singole unità e valore complessivo riferito all’intera centrale con specifiche ore di funzionamento e relativi consumi di combustibile

2.1.5 ALTRI DATI DELLA CENTRALE NELLA CONFIGURAZIONE DI RIFERIMENTO

		2014
Acqua prelevata dal mare per raffreddamento	m ³ x 10 ³	442.019
Acqua prelevata dal mare per usi industriali	m ³ x 10 ³	874,08
Acqua prelevata da acquedotto per usi industriali	m ³ x 10 ³	26,10
Rifiuti pericolosi prodotti	t	3.784
Rifiuti non pericolosi prodotti	t	24.597

Tabella 5 – Consumi di acqua e rifiuti prodotti nella configurazione di riferimento

3 CSS

Per CSS si intende un Combustibile Solido Secondario originato da rifiuti non pericolosi, secondo la definizione e la classificazione della norma europea UNI EN 15359.

La norma suddivide il CSS in classi sulla base di tre parametri:

- la media del valore del PCI espresso come MJ/kg tal quale;
- la media del valore del contenuto di cloro espresso come percentuale sulla sostanza secca;
- il più restrittivo tra la mediana e l'80° percentile del valore del contenuto di mercurio, espresso come mg/MJ tal quale.

Ogni caratteristica è suddivisa in cinque classi. Per ciascuna caratteristica il CSS deve essere assegnato ad una classe da 1 a 5. La combinazione dei numeri delle classi fornisce il codice classe del CSS.

Parametro di classificazione	Misura statistica	Unità di misura	Classi				
			1	2	3	4	5
Potere calorifico inferiore	media	MJ/kg ¹	≥25	≥20	≥15	≥10	≥3
Cloro (Cl)	media	% ²	≤0,2	≤0,6	≤1,0	≤1,5	≤3
Mercurio (Hg)	Mediana	mg/MJ ¹	≤0,02	≤0,03	≤0,08	≤0,15	≤0,50
	80° perc.le	mg/MJ ¹	≤0,04	≤0,06	≤0,16	≤0,30	≤1,00

Tabella 6 – Classi CSS in base alla Norma EN 15359:2011

3.1 CARATTERISTICHE DEL CSS UTILIZZATO NEL TMV

Con riferimento alle classi di cui alla **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** il TMV sarà alimentato con le seguenti classi di CSS:

- PCI: classi 1, 2, 3, 4;
- Cl: classi 1, 2, 3;
- Hg: classi 1, 2, 3, 4.

È accettata anche la classe 5 relativa al PCI a condizione che PCI > 9.500 kJ/kg t.q..

¹ Come ricevuto

² Su base secca

Le principali caratteristiche chimico-fisiche del CSS sono riassunte nella tabella seguente.

Descrizione	Unità	Valore di riferimento	Range	
			Min	Max
Inerti	% in peso	20	10	30
Umidità	% in peso	23,9	10	40
Carbonio	% in peso	29		
Idrogeno	% in peso	4,2		
Azoto	% in peso	0,6		
Zolfo	% in peso	0,1	0,05	0,15
Bulk Density	kg/m ³	250	250	400
Temperatura di infiammabilità	°C	180		
Temperatura di auto infiammabilità	°C	230		

Tabella 7 – Caratteristiche CSS

Tutte le classi di CSS dovranno inoltre rispettare i limiti di accettazione riportati nella successiva Tabella 8 – Limiti di accettazione dei metalli nei CSS (rif. Raccomandazione CTI 8).

I CSS dovranno essere prodotti in impianti dotati di certificazione secondo la norma UNI 15358 o UNI 9001 o UNI 14001 o di registrazione EMAS.

Se l'impianto di produzione non è in possesso di alcuna di queste certificazioni il CSS sarà accettato solo sulla base di una relazione completa di classificazione redatta e firmata da una struttura accreditata ACCREDIA per metodiche di campionamento e analisi di rifiuti.

Il produttore dovrà fornire indagini analitiche o attestazione, mediante il modello di specifica riportato in appendice A parte 1 della UNI EN 15359, del rispetto dei requisiti chimici e fisici richiesti e del rispetto dei limiti di accettazione riportati nella tabella seguente.

Caratteristica	Misura statistica	Unità di misura	Limite di accettazione
Antimonio	Mediana	mg/kg s.s.	max. 150
Arsenico	Mediana	mg/kg s.s.	max. 15
Cadmio	Mediana	mg/kg s.s.	max. 10
Cromo	Mediana	mg/kg s.s.	max. 500
Cobalto	Mediana	mg/kg s.s.	max. 100
Manganese	Mediana	mg/kg s.s.	max. 600
Nichel	Mediana	mg/kg s.s.	max. 200
Piombo	Mediana	mg/kg s.s.	max. 600
Rame	Mediana	mg/kg s.s.	max. 2000
Tallio	Mediana	mg/kg s.s.	max. 10
Vanadio	Mediana	mg/kg s.s.	max. 150

Tabella 8 – Limiti di accettazione dei metalli nei CSS (rif. Raccomandazione CTI 8)

4 IPOTESI DI BASE DELLO STUDIO

Il nuovo impianto di valorizzazione energetica del CSS sarà ubicato in un'area all'interno del perimetro della centrale, libera da installazioni, che si trova immediatamente a est dell'impianto di desolfurazione fumi dei gruppi 5 e 6. L'inserimento del nuovo impianto nella planimetria di Centrale è illustrato nella successiva Figura 2 – Planimetria nuovi impianti.

La potenza termica nominale (MCR) di ciascuna nuova caldaia è di circa 100 MW. Si tratta di una potenza al limite superiore delle taglie tipiche per una singola caldaia destinata al waste-to-energy.

L'impianto in progetto sarà alimentato con CSS avente un potere calorifico inferiore (PCI) di norma variabile tra 11.000 kJ/kg e 17.000 kJ/kg.

La caldaia è in grado di valorizzare in energia CSS con PCI inferiori, fino a 9.500 kJ/kg, ma in tal caso la potenza generata sarà inferiore a quella riferita all'MCR per limitazioni dovute al sistema di alimentazione del CSS.

Considerando conservativamente un'alimentazione con CSS caratterizzato da PCI pari a 11.000 kJ/kg, la produzione complessiva in caldaia di 200 MW termici comporta un consumo di CSS di circa 65,5 t/h, che, su 7.800 ore equivalenti/anno al carico MCR (di cui al diagramma di combustione della griglia), corrisponde a un consumo annuo di CSS di circa 510.545 tonnellate.

Il CSS, con trasporto su gomma, arriva in Centrale con le caratteristiche riportate nella Tabella 7 – Caratteristiche CSS ed è scaricato direttamente nella vasca di stoccaggio di servizio alle caldaie. Il CSS è quindi prelevato da un carroponte dotato di benna idraulica a polipo e introdotto nelle tramogge di carico delle caldaie da dove è inviato alle griglie di combustione per mezzo di un sistema idraulico a spintori.

I fumi in uscita da ciascuna caldaia attraversano una linea di trattamento composta da due stadi di abbattimento a secco dei composti acidi (SO_x, HCl, HF), ciascuno dei quali caratterizzato dalla iniezione di reagente (calce idrata e carboni attivi nel primo, bicarbonato di sodio e carboni attivi nel secondo) e da un filtro a maniche per la riduzione del carico di polveri e dei prodotti di reazione (PCR e PSR). In posizione "tail end" è prevista l'installazione di un SCR per il trattamento degli ossidi di azoto (già parzialmente ridotti in caldaia tramite un sistema termico SNCR). A valle del ventilatore indotto del gruppo i fumi sono poi inviati al camino.

Le scorie residue al termine della combustione sono raccolte nelle tramogge di fondo caldaia e da qui estratte ad umido mediante un sistema di nastri verso l'edificio di trattamento/valorizzazione.

Mediante sistemi pneumatici, le ceneri leggere raccolte nella sezione convettiva e nella linea fumi sono inviate ai sili di raccolta delle ceneri leggere di nuova costruzione.

La caldaia produrrà vapore surriscaldato a 53 bar e 420 °C di temperatura. Il vapore verrà fatto espandere in due nuovi turbogruppi della potenza di circa 30 MWe ciascuno.

Si prevede l'installazione delle turbine a vapore, a condensazione e senza RH, nell'edificio attualmente adibito a stoccaggio del gesso prodotto dai deSO_x dei gruppi 5 e 6. L'edificio si trova nei pressi dell'opera di presa dei gruppi 5 e 6 per cui il suo riutilizzo comporta l'ottimizzazione del percorso delle tubazioni dell'acqua di raffreddamento per l'alimentazione dei nuovi condensatori.

Tale edificio ospiterà anche gli ausiliari del ciclo termico (pompe estrazione condensato, degasatori, pompe alimento, etc.), i quadri elettrici MCC per le utenze locali ed un relativo nodo del DCS. La sala controllo sarà ubicata in un nuovo edificio adiacente al fabbricato della vasca CSS.

L'energia prodotta dai due generatori in media tensione sarà immessa in rete, a valle di due nuovi trasformatori elevatori, attraverso lo stallo a 220 kV dei gruppi 5 e 6 opportunamente adattato allo scopo (si veda par. 5.8).

5 INTERVENTI PREVISTI

Nei paragrafi seguenti sono descritti i principali interventi previsti per la costruzione del nuovo impianto alimentato a CSS.

5.1 MOVIMENTAZIONE E STOCCAGGIO CSS

L'accesso e l'uscita degli automezzi per il conferimento del CSS avverrà attraverso l'ingresso di Levante della centrale, presidiato dal personale di guardiana e dagli operatori del sistema di controllo ed accettazione e dotato di cancello automatico equipaggiato con telecamere a circuito chiuso. Gli automezzi di conferimento del CSS in ingresso all'impianto verranno sottoposti alle procedure di accettazione qualitativa e quantitativa (pesa) ed al controllo della radioattività (portale radiometrico). I mezzi saranno avviati al punto di scarico del CSS secondo una viabilità ben definita.

Al carico MCR e considerando conservativamente un PCI del CSS pari a 11.000 kJ/kg, si stima che debbano transitare circa 9 camion ogni ora (automezzi PTT 40ton, carico utile 19ton) in ingresso all'impianto.

Il sistema di stoccaggio del CSS consisterà in una vasca (in modalità R13, messa in riserva) di ricezione antistante alle caldaie costituita da un nuovo fabbricato, ubicato parzialmente sotto il piano campagna, all'interno del quale saranno installate due gru a ponte automatiche dotate di benna a ragno per la gestione dello stoccaggio e il caricamento delle tramogge di alimentazione delle griglie.

Lo scarico del CSS dai camion allo stoccaggio avverrà attraverso dei portoni ad apertura rapida, posti sul fronte della vasca in corrispondenza di un piazzale di manovra coperto e sopraelevato di circa 9 m rispetto al piano campagna, denominato "area di scarico CSS", raggiungibile mediante una rampa di salita. I mezzi scaricheranno sui piani inclinati delle "bocche di lupo" che faranno scivolare il CSS all'interno della vasca.

La vasca è dotata di una capacità di ricezione sufficiente a stoccare una quantità di CSS pari a circa 7 giorni di funzionamento a pieno carico delle due linee.

Le gru a ponte sono in grado di compiere più operazioni in contemporanea, gestendo il trasferimento del materiale in arrivo allo stoccaggio e il carico del sistema di alimentazione del combustibile. E' possibile far svolgere alle gru anche un'operazione di fluidificazione del materiale, nel caso in cui si notasse la sua tendenza ad aggregarsi.

L'area di scarico del CSS e la vasca sono mantenute in leggera depressione dai ventilatori dell'aria primaria che aspirano l'aria dall'ambiente interno per inviarla alla camera di combustione in maniera tale da evitare il possibile rilascio di esalazioni odorose all'esterno. Nel caso di una linea in fermata l'aspirazione dell'aria sarà comunque garantita dalla linea in funzione.

Durante la fermata di entrambe le linee (evento raro in quanto si cercherà di programmare le manutenzioni in modo che una linea sia sempre in funzione), per garantire il contenimento delle emissioni odorigene è prevista l'installazione di un sistema autonomo di aspirazione e filtrazione dell'aria. L'impianto è dimensionato per ottenere un numero di ricambi ora pari almeno a 2 volte il volume libero della vasca del CSS ed è composto da:

- sezione di depolverazione mediante filtro a tasche;
- sezione di deodorizzazione mediante letto di allumina porosa impregnata di permanganato di potassio ($KMnO_4$) e bicarbonato di sodio ($NaHCO_3$) e filtro a carboni attivi;
- ventilatore di aspirazione da circa 110'000 m^3/h ;
- camino di espulsione installato sul tetto dell'edificio vasca CSS con predisposizioni necessarie all'esecuzione di campionamenti.

Il sistema garantisce una emissione odorigena massima di 300 UO/m³.

La vasca del CSS è dotata di sistema di spegnimento a schiuma con monitori posti opportunamente sul perimetro per avere un'uniforme distribuzione dell'agente estinguente.

Per preservare le matrici ambientali acqua e suolo da possibili contaminazioni, la vasca è completamente impermeabilizzata dall'esterno mediante apposizione di un telo in HDPE di 2mm di spessore. 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 della vasca dal livello del piazzale di scarico.

Nella tabella seguente sono riepilogate le principali caratteristiche preliminari della vasca di stoccaggio.

Dato	U.M.	Valore
Dimensioni utili vasca stoccaggio	m	84(l) x 17,2(w) x 15,3(h media del cumulo di CSS)
Densità media combustibile	t/m ³	0,5
Capacità complessiva di stoccaggio	t	≈11000
Capacità complessiva di stoccaggio (con un consumo di 1571 t/g)	gg	≈7

Tabella 9 – Stoccaggio CSS

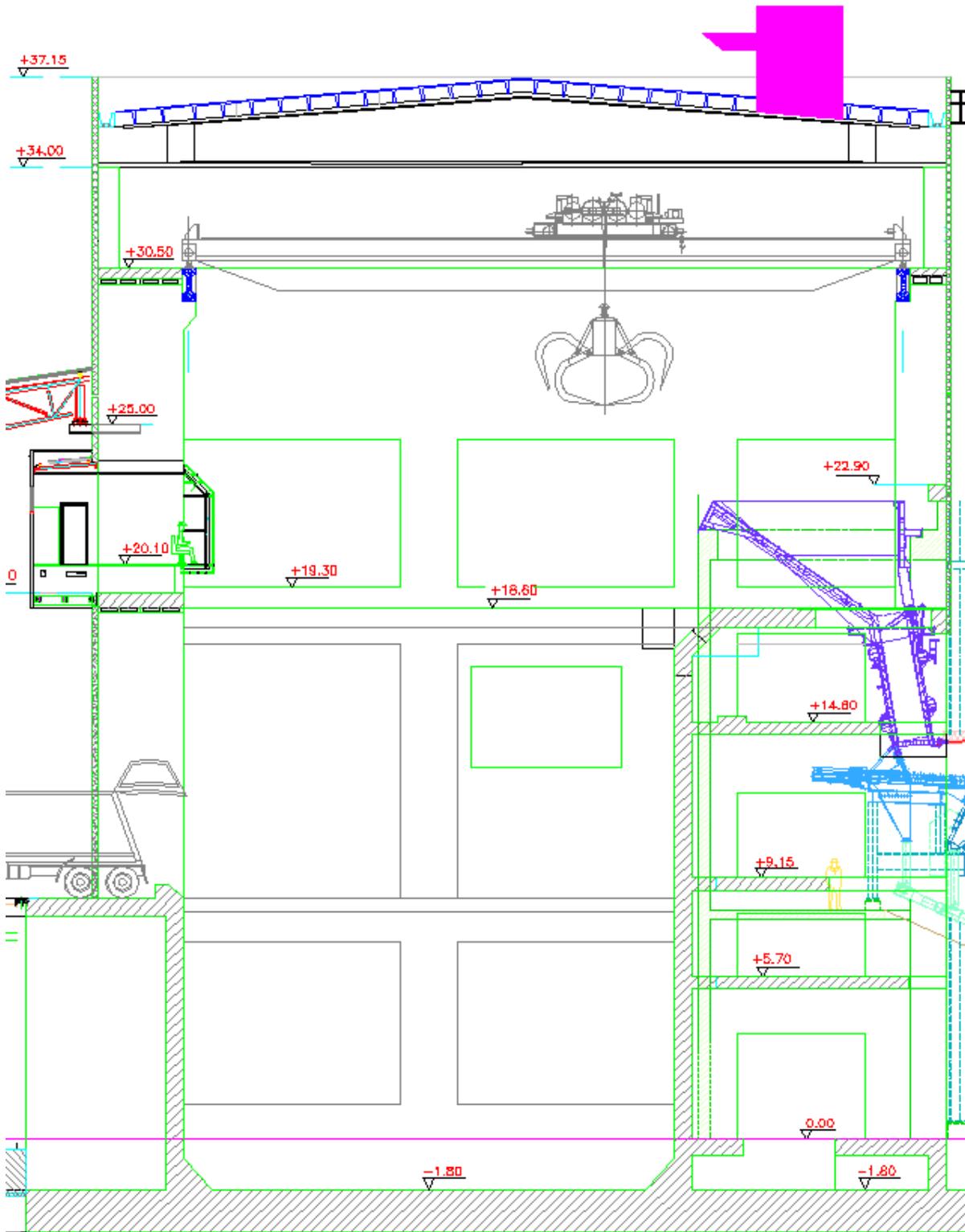


Figura 3 – Sezione vasca di stoccaggio

5.2 CALDAIE A GRIGLIA

Le nuove caldaie alimentate a CSS saranno dotate di idonea tecnologia per l'utilizzo ottimale del combustibile specificato al paragrafo 3.1.

La combustione avverrà completamente su una griglia raffreddata ad aria sulla quale il CSS sarà alimentato dalle tramogge di carico per mezzo di spintori idraulici.

Il diagramma di combustione della griglia è qui di seguito rappresentato. I punti di funzionamento più rappresentativi sono quelli corrispondenti al Maximum Continuous Rate (MCR o punto 1 del diagramma) e al Carico Massimo (CM o punto 8 del diagramma).

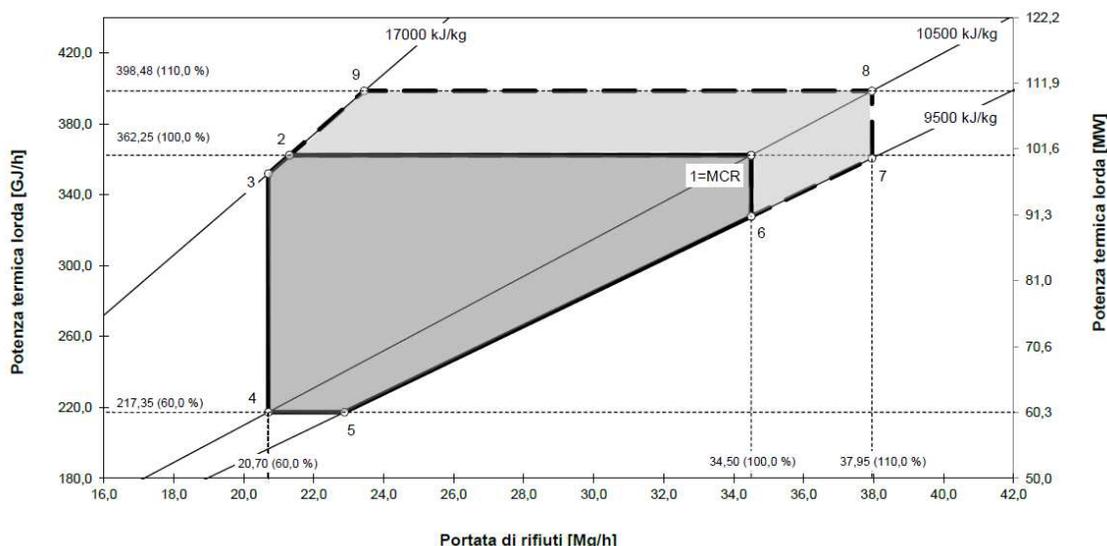


Figura 4 – Diagramma di combustione griglia

Il punto 8 del diagramma, e in generale la zona delimitata dalla linea tratteggiata, individuano 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 a operare nella zona di sovraccarico in conseguenza delle fisiologiche oscillazioni di regolazione del sistema, dovute fondamentalmente all'eterogeneità del combustibile.

Nella tabella seguente si riportano i consumi al carico nominale associati a diversi valori del PCI:

Carico termico	MCR (200 MWt)		
	11000	13500	17000
PCI [kJ/kg]	11000	13500	17000
Consumo orario [t/h]	65,45	53,33	42,35
Consumo annuo [t/anno]	510'545	416'000	330'353

Tabella 10 – Consumi di CSS

Dal diagramma si ricava che 10.500 kJ/kg è il PCI minimo del CSS che consente di raggiungere il MCR di 200 MWt.

La griglia è inclinata ed è formata da una serie di gradini mobili; ciò permette di regolare il movimento e l'avanzamento del combustibile, ottimizzandone la combustione.

I parametri del vapore prodotto in caldaia sono riportati nella tabella che segue.

Vapore uscita caldaia		MCR
Vapore AP		
Pressione	barg	54
Temperatura	°C	422
Portata (una caldaia)	t/h	108

Tabella 11 – Vapore uscita caldaia

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. Nella zona di "post-combustione", i fumi permangono, a termini di legge, per almeno 2 secondi a temperatura non inferiore a 850°C.

Per verificare tale condizione, sarà misurata e registrata in continuo la temperatura dei gas vicino alla parete interna o comunque in un punto rappresentativo della camera di combustione.

Per garantire la temperatura minima di 850°C in qualsiasi condizione operativa, nel forno sono installati quattro bruciatori ausiliari a gasolio che intervengono automaticamente in caso di abbassamento della temperatura oltre una soglia prefissata. Per la misura delle temperature nella zona di post-combustione sono previsti pirometri ottici.

Gli stessi bruciatori vengono utilizzati per l'accensione e il riscaldamento iniziale della camera di combustione, dovendo garantire il raggiungimento di 850°C in zona di post-combustione prima dell'immissione del CSS sulla griglia.

I bruciatori avranno una potenzialità pari a 4 x 15 MWth.

Anche in fase di fermata programmata o accidentale i bruciatori intervengono per fornire il calore necessario a mantenere la temperatura dei fumi a 850°C per due secondi fino al completo esaurimento dei rifiuti sulla griglia.

Si stima un consumo di gasolio per l'avviamento di una linea pari a: 40 ton.

L'impianto sarà dotato di un sistema automatico di blocco per impedire l'alimentazione di CSS in camera di combustione nei seguenti casi:

- a) all'avviamento, finché non sia raggiunta la temperatura minima di 850°C in prossimità della parete interna della camera di combustione;
- b) qualora la temperatura nella camera di combustione scenda al di sotto del valore suddetto;
- c) qualora le misurazioni in continuo degli inquinanti negli effluenti indichino il superamento di uno qualsiasi dei valori limite di emissione, a causa del cattivo funzionamento o di un guasto dei dispositivi di depurazione degli scarichi gassosi.

Il blocco permane fino a che non si siano ripristinate le condizioni di normalità.

Il generatore di vapore a valle della griglia sarà composto principalmente dalle seguenti parti:

- Primo passo (camere di combustione e post-combustione): il primo passo sarà composto da pareti membranate ricoperte di materiale refrattario;
- Sezione radiante verticale composta da passi vuoti di parete verticale membranata con tubi rivestiti in Inconel. Questa sezione sarà dotata di sistemi di pulizia a getti di acqua (tipo Rosink o Clyde Bergman);

- Sezione convettiva orizzontale realizzata con pareti membranate e contenente le superfici di scambio convettive (surriscaldatori, evaporatori, economizzatori); le parti più critiche dei surriscaldatori saranno rivestite in Inconel;
- Sistema di pulizia: la sezione convettiva sarà dotata di martelli, soffiatori di fuliggine e sistemi sonori;
- Sistema di drenaggio;
- Sistema pneumatico di estrazione ceneri leggere;
- Ugelli sulle pareti membranate per l'iniezione di ammoniaca (sistema SNCR).

Allo scopo di ridurre i problemi di corrosione per l'attacco esercitato ad alta temperatura dal cloro presente nei fumi, i banchi surriscaldatori saranno configurati affinché il flusso del vapore circolante nel primo banco incontrato dai fumi avvenga in equicorrente con il flusso dei fumi stessi per mantenere a un livello accettabile la temperatura del metallo.

5.3 ESTRAZIONE E TRATTAMENTO SCORIE

Le scorie prodotte dalla combustione, che sono avanzate fino alla parte terminale della griglia, cadono in una tramoggia sotto la quale è collocato l'estrattore principale a umido del tipo a gondola. I trasportatori dei fini sottogriglia e l'estrattore delle scorie sono mantenuti pieni di acqua in modo da garantire sia il raffreddamento ("spegnimento") delle scorie che la tenuta della camera di combustione, evitando la fuoriuscita dei fumi di combustione e/o l'ingresso di aria ambiente.

Attraverso l'estrattore, le scorie sono scaricate in un sistema di trasporto su nastro con il quale sono trasferite direttamente all'edificio scorie.

In questo edificio è prevista la realizzazione di un impianto di trattamento delle scorie con recupero metalli tramite deferrizzatore e produzione di rifiuti/materiali recuperabili. I metalli saranno poi inviati a recupero di materia e valorizzati come prodotti.

Il materiale in ingresso alla sezione e proveniente dalla vasca di "spegnimento" viene stoccato in apposite aree/baie affinché poi possa essere inviato alla prima fase del trattamento che consiste in un processo di vagliatura.

Dalla vagliatura si ottengono due frazioni (sottovaglio e sopravaglio) che vengono stoccate separatamente e che poi vengono sottoposte a successivo trattamento. Le scorie di granulometria maggiore (sopravaglio) vengono deferrizzate (con deferrizzatore a magneti) e successivamente stoccate in cumulo in baie/box per la maturazione/carbonatazione e contestuale perdita d'acqua.

Le scorie più fini di sottovaglio invece, vengono stoccate in baie/box per la maturazione/carbonatazione e contestuale perdita d'acqua ed eventuale additivazione con leganti idraulici/chimici (es. cemento) o correttori di pH (es. soluzioni acide).

Dopo trattamento, le due frazioni/scorie sono inviate a recupero (es. in cementeria/impianti di betonaggio) e solo in subordine a smaltimento o per la copertura di discariche esaurite.

La movimentazione/trattamento all'interno della sezione avviene su materiali umidi; pertanto non si necessita di aspirazione/abbattimento aria.

Il capannone non è ermeticamente chiuso ma ha una striscia di finestratura nella parte alta intorno.

Il processo di trattamento delle scorie è schematizzato nel seguente diagramma.

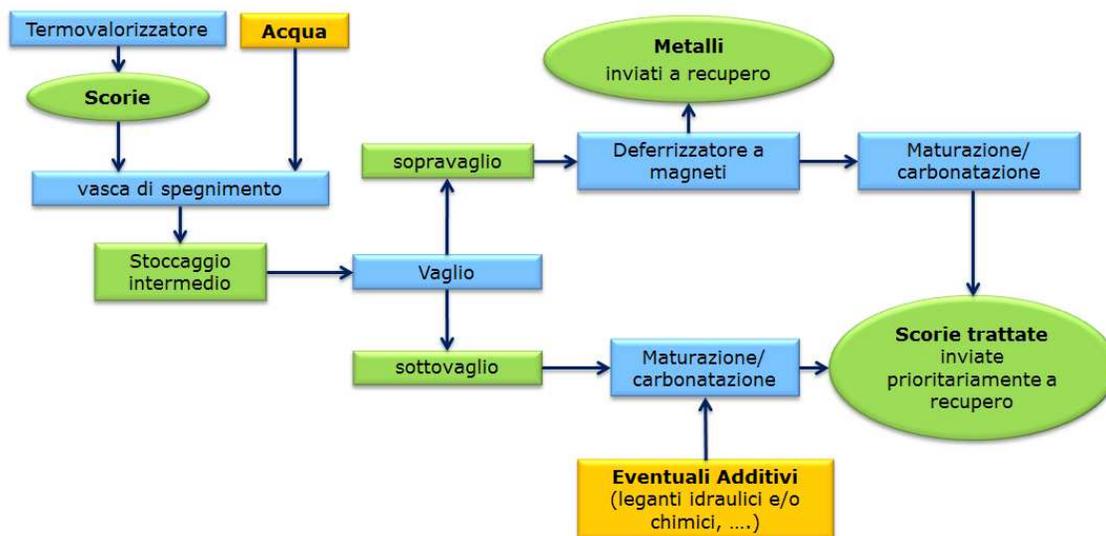


Figura 5 – Trattamento scorie – Diagramma di flusso

In alternativa a cementifici, impianti di recupero, e/o discariche, le ceneri pesanti saranno conferite ad impianti localizzati fuori bacino.

Le scorie prodotte dalla combustione di CSS, prodotto dal trattamento di rifiuti urbani o rifiuti derivati dagli stessi, sono classificate come rifiuto speciale non pericoloso. In accordo alle vigenti leggi (D.Lgs. 152/2006, art. 237-octies), le scorie non presenteranno un tenore di incombusti totali, espressi come TOC, superiore al 3% in peso, o una perdita per ignizione (LOI) superiore al 5% in peso sul secco.

5.4 CICLO VAPORE

Il vapore prodotto nelle caldaie sarà utilizzato in due nuovi turbogruppi a condensazione raffreddati in ciclo aperto con acqua mare.

Le condizioni di produzione del vapore in caldaia (422°C, 54 barg) sono in linea con i valori tipici negli impianti waste to energy e sono state determinate tenendo conto del rischio di corrosione lato fumi dovuto alla presenza di cloro nel combustibile.

La portata di vapore è stata determinata sulla base di una potenza termica di 100 MW per ciascuna linea. Ne risulta una produzione di circa 108 t/h al MCR per ciascuna linea.

I nuovi turbogruppi completi di condensatore verranno installati nell'attuale capannone gesso dei gruppi 5 e 6 che ospiterà anche i degasatori, le pompe alimento e di estrazione condensato e i compressori dell'aria.

Per il trasporto di acqua mare verso e dai condensatori sarà prevista la posa di nuove tubazioni interrate dall'opera di presa alla sala macchine e da qui all'opera di restituzione, l'installazione di nuove pompe di circolazione (2x50% per ciascun gruppo), nonché un nuovo sistema di filtrazione dell'acqua (griglie e filtri rotanti).

Gli spurghi di caldaia saranno inviati all'impianto ITAC di Centrale.

Ciascun condensatore sarà dimensionato per la condizione di massimo carico rappresentata dall'apertura del bypass di emergenza della turbina. Dopo la rapida chiusura delle valvole di ammissione vapore in turbina, il circuito di bypass, dotato di una stazione di riduzione ed attemperamento, invia il vapore direttamente al condensatore e consente pertanto di esercire l'impianto anche in caso di indisponibilità del sistema turbogeneratore.

Le principali caratteristiche di ciascun gruppo e le condizioni operative al carico nominale sono le seguenti:

Tipo	a condensazione, senza RH, pluristadio e con ammissione multivalvola
Palettatura	azione (1° stadio) - reazione

Condizioni nominali del vapore (a monte valvole di ammissione)

pressione	53	barg
temperatura	420	°C
portata	108	t/h
Estrazione (alimentazione degasatore)		
pressione	1,05	barg
temperatura	120	°C
portata	7,5	t/h
Pressione allo scarico	0,04	bara
Tipo di scarico	verso il basso	
Raffreddamento	ad acqua di mare	
Temperatura nominale dell'acqua di circolazione	15	°C

Velocità di rotazione	3600 rpm
Potenza elettrica ai morsetti generatore	29,9 MW
Modello generatore	sincrono, eccitazione brushless
Velocità generatore	1500 rpm (attraverso moltiplicatore ad assi paralleli 3600 → 1500 rpm)

5.5 SISTEMA DI TRATTAMENTO FUMI

L'utilizzo del CSS in sostituzione dell'olio ha dei considerevoli impatti anche sui processi di depurazione fumi, le cui caratteristiche, in termini di tipologia e quantità di sostanze inquinanti, sono notevolmente diverse rispetto ai fumi da OCD. Nella tabella seguente sono riportate le composizioni tipiche e il contenuto di inquinanti dei fumi derivanti dalla combustione di olio (in una delle esistenti caldaie dei gruppi 1 e 2) e da quella di CSS.

Composizione fumi uscita caldaia	Olio	CSS⁽¹⁾
N ₂	73,2%	67,9%
O ₂	1,4%	6,8%
CO ₂	12,4%	9,9%
H ₂ O	13,0%	15,4%
Portata fumi (Nm ³ /h) ⁽²⁾	765.765	399.367
SO ₂ (mg/Nm ³) ⁽²⁾	2.797	250
NO ₂ (mg/Nm ³) ⁽²⁾	556	400
HCl (mg/Nm ³) ⁽²⁾	-	1.500
HF (mg/Nm ³) ⁽²⁾	-	60
Polveri (mg/Nm ³) ⁽²⁾	146	5.000

Tabella 12 – Inquinanti nei fumi da OCD e CSS

La combustione di CSS comporta quindi un aumento considerevole di HCl e polveri, mentre gli ossidi di zolfo si riducono notevolmente.

Per quanto riguarda gli NOx, sebbene con l'uso di CSS ci sia un aumento delle concentrazioni di ossigeno e maggiori tempi di residenza – fattori che incidono favorevolmente sulla produzione di NOx - le più basse temperature presenti in camera di combustione risultano un elemento più influente sul valore totale di emissioni di NOx in uscita caldaia di cui pertanto si può ragionevolmente prevedere una diminuzione.

¹ Si assume una composizione di riferimento corrispondente a quella di Tabella 7 – Caratteristiche CSS

² Per un più immediato confronto, tutti i valori – inclusi quelli relativi ai fumi da OCD - sono riferiti a fumi secchi all'11% di O₂.

Il valore di NOx attribuito ai fumi da combustione di CSS è un valore tipico che si registra negli impianti di incenerimento a prescindere dal sistema DeNOx SNCR. Una previsione più specifica risulta infatti difficile.

La prima fase di abbattimento degli inquinanti avviene nella camera di combustione, dove si realizzano:

- abbattimento degli ossidi di azoto (NOx) mediante un sistema di riduzione non catalitica (SNCR - Selective Non Catalytic Reduction) con iniezione di ammoniaca idrata;
- riduzione degli ossidi di carbonio (CO) e carbonio organico totale (COT) garantendo tempi di residenza a temperature controllate.

La rimozione finale degli inquinanti acidi, metalli pesanti e la depolverazione dei gas di combustione avvengono nel sistema di trattamento fumi posto a valle della caldaia.

Ciascuna nuova linea fumi sarà quindi così costituita:

- SNCR in caldaia
- Reattore in linea + filtro a maniche (iniezione di calce idrata e carboni attivi)
- Reattore a venturi + filtro a maniche (iniezione di bicarbonato di sodio e carboni attivi)
- Reattore SCR
- Ventilatore estrazione fumi
- Sistema di monitoraggio emissioni in atmosfera (SME)
- Camino

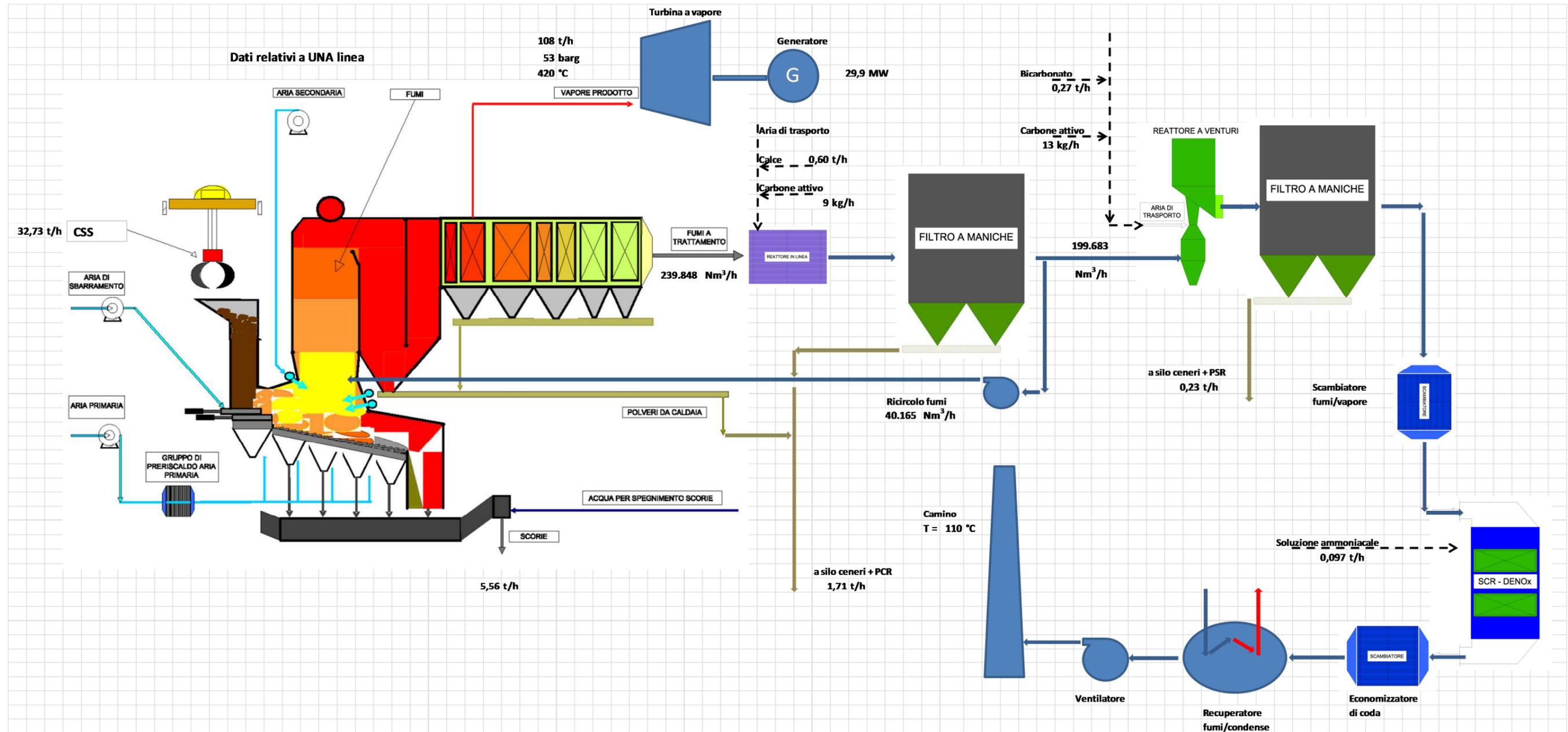


Figura 6 – Schema complessivo dell'impianto con linea fumi

5.5.1 SISTEMA SNCR

Oltre alla presenza di un SCR in configurazione "tail end" alla fine della linea fumi, si è previsto di installare un sistema SNCR in caldaia, con iniezione di ammoniaca pura nei fumi in una zona in cui la loro temperatura sia idonea alla reazione di riduzione degli NOx (intorno ai 900°C). L'abbattimento atteso di ossidi di azoto con questo sistema è pari a circa il 50%, quindi da 400 mg/Nm³ (concentrazione prodotta dalla combustione) a 200 mg/Nm³. È comunque previsto che in caso di indisponibilità dell'SNCR, il sistema SCR "tail end" sia comunque in grado da solo di ottemperare ai limiti in uscita camino (90 mg/Nm³) con un valore di 400 mg/Nm³ in ingresso.

5.5.2 REATTORE IN LINEA E PRIMO FILTRO A MANICHE

Visto l'esiguo contenuto di zolfo e l'elevata presenza di cloro, un sistema di abbattimento a umido, come quello di cui sono dotati i gruppi 1 e 2, non risulta la scelta ottimale per realizzare la rimozione dei composti acidi (SOx, HCl, HF).

Al contrario, il sistema a secco non consuma acqua e non ha scarichi idrici. È una tecnica molto referenziata, consolidata, semplice, molto affidabile e permette il contemporaneo abbattimento di microinquinanti organici e non. Il sistema a secco presenta infine, rispetto al sistema ad umido, una maggiore compatibilità con il sistema catalitico per la riduzione degli ossidi di azoto.

L'abbattimento dei composti acidi sarà pertanto realizzato in due reattori a secco in serie con dosaggio rispettivamente di calce idrata e di bicarbonato di sodio.

In entrambi i reattori saranno dosati anche carboni attivi per l'assorbimento dei microinquinanti organici (PCDD, PCDF, IPA, PCB) ed inorganici (metalli pesanti).

Il sistema di trattamento a secco a doppio stadio, oltre a conseguire ottime performance di depurazione, assicura un'efficace ridondanza sul sistema di trattamento degli inquinanti. Tutto l'impianto, con la configurazione "a secco", beneficia di un rendimento energetico decisamente favorevole. Si tratta di un processo introdotto negli ultimi anni sui sistemi di ultima generazione per il trattamento dei fumi da valorizzazione energetica di CSS; questo processo garantisce un livello di deacidificazione dei fumi molto elevato (equivalente, se non superiore, a quello raggiungibile con sistemi di trattamento ad umido) con un notevole aumento dell'affidabilità nella gestione dell'impianto.

Il vantaggio di disporre di un sistema a bicarbonato di sodio, preceduto da un sistema di trattamento con calce idrata, assicura un'elevata flessibilità al processo di abbattimento degli inquinanti acidi: il primo stadio a calce provvede a ridurre notevolmente il carico inquinante in ingresso, smorzando drasticamente gli eventuali picchi di concentrazione, al giorno d'oggi sempre più elevati e sempre più frequenti nei fumi prodotti dalla combustione di rifiuti; nel secondo stadio a bicarbonato è possibile agire sulle regolazioni in modo più accurato, aumentando l'efficienza del processo, riducendo i consumi di reagente e la produzione di residui. Il sistema permette inoltre di realizzare un doppio presidio di abbattimento dei metalli e dei microinquinanti (PCDD/F, metalli pesanti), mediante l'iniezione del carbone attivo a monte di ciascuno dei due stadi di filtrazione.

Con un opportuno dimensionamento dei sistemi di dosaggio è possibile spostare, anche per brevi periodi, l'assetto del processo di depurazione dei fumi, caricando di più una sezione di trattamento rispetto all'altra; questa possibilità rende il processo molto flessibile in quanto permette di rispondere prontamente alle eventuali esigenze che possono intervenire durante l'esercizio, quali ad esempio:

- la necessità di adeguarsi ad un carico inquinante molto diverso da quello ordinario;
- la necessità di ridurre il consumo di uno dei due reagenti per assicurare la continuità dell'esercizio nel caso di un ritardo sull'approvvigionamento;

- la necessità di provvedere ad interventi operativi che riducano temporaneamente l'efficienza di una stadio di trattamento.

Al fine di ottenere prestazioni ottimali, la prima sezione a calce è dotata di un sistema di ricircolo delle prodotti di reazione separati dal primo filtro a maniche; questo sistema permette lo sfruttamento del potenziale residuo nella calce non reagita, ancora presente nelle polveri separate dal primo filtro.

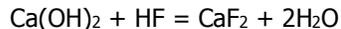
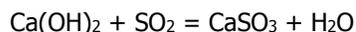
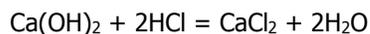
Per quanto riguarda i macroinquinanti, il primo reattore sarà progettato per i seguenti abbattimenti:

Specie	Ingresso	Uscita
SOx	250	125
HCl	1500	250
HF	60	10

(valori in mg/Nm³ riferiti a gas secchi e all'11% di O₂).

I reagenti in forma granulare sono insufflati nel reattore pneumaticamente.

La neutralizzazione degli inquinanti avviene mediante le seguenti reazioni:



Per avere una buona efficienza di abbattimento occorre dosare la calce con un eccesso stechiometrico tipicamente compreso tra 2 e 3,5.

La rimozione del particolato è realizzata mediante un filtro a maniche. Tipicamente queste apparecchiature possono essere caratterizzate da un rendimento di abbattimento superiore al 99,9%.

Oltre alla funzione di separare il particolato ed i prodotti di reazione dai fumi, il filtro ha anche la funzione di consentire il completamento delle reazioni grazie alla formazione, sulle maniche filtranti, di uno strato omogeneo di polvere e reagenti.

Il filtro sarà equipaggiato con un sistema di pulizia del tipo pulse jet.

L'apparecchiatura comprende:

- cappe di ingresso/uscita
- serrande elettropneumatiche di intercettazione a tenuta, ingresso e uscita
- plenum e piastre tubiere in AISI 304
- maniche
- sistemi di lavaggio delle maniche
- tracciatura tramogge
- compressori aria completi di essiccatori
- strumentazione

- quadri elettrici

Il primo filtro a maniche è realizzato in due semisezioni, composto da 4+4 celle escludibili, equipaggiato con maniche in PTFE diametro 150 m e lunghezza 8 m e cestelli in acciaio al carbonio trattati con verniciatura per cataforesi, completo di tettoia di protezione in sommità e struttura di supporto in acciaio al carbonio zincato a caldo; il filtro è dimensionato per assicurare, al MCR, una velocità di filtrazione $\leq 0,85$ m/min con tutte le celle in funzione e $\leq 1,0$ m/min con una cella esclusa e, al CM, una velocità di filtrazione $\leq 0,95$ m/min con tutte le celle in funzione e $\leq 1,1$ m/min con una cella esclusa.

Il filtro è equipaggiato con un sistema di estrazione polveri e PCR costituito da n. 2 redler (trasportatori a catena) e relative valvole di sezionamento.

Una portata di ceneri e prodotti di reazione pari a circa 5 volte la portata di calce fresca è ricircolata dal filtro a maniche verso il reattore in linea mediante un silos di stoccaggio polmone da 50 m³.

Il sistema è completato da un adeguato sistema di stoccaggio dei reagenti composto da:

- Sili Ca(OH)₂: 2x200 m³, per un'autonomia di esercizio di 7 giorni al MCR di due linee;
- Silo carboni attivi: 20 m³ per un'autonomia di esercizio di 14 giorni al MCR di due linee.

Il primo filtro a maniche sarà progettato per le seguenti condizioni:

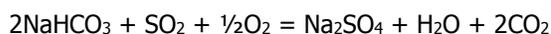
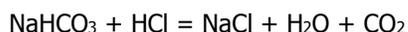
- polveri in ingresso (valore di picco): 9.000mg/Nm³ @11%O₂
- polveri in uscita: 150mg/Nm³@11%O₂

5.5.3 REATTORE A VENTURI E SECONDO FILTRO A MANICHE

Il reattore di assorbimento del secondo stadio di filtrazione a maniche è costituito da un generatore di turbolenza seguito da iniezione di bicarbonato di sodio e carbone attivo mediante ugelli. La geometria del reattore consiste in due condotti a sezione circolare e concentrici tra loro, progettata per assicurare l'ottimale miscelazione e il necessario tempo di contatto dei reagenti con i fumi.

Il bicarbonato viene correttamente attivato in un'ampia finestra di temperatura, compresa tra i 140°C ed i 300°C, quindi assolutamente compatibile con le condizioni di esercizio previste a progetto.

Il bicarbonato reagisce con i composti acidi secondo le seguenti reazioni:



Per avere una buona efficienza di abbattimento occorre dosare il bicarbonato con un eccesso stechiometrico tipicamente compreso tra 1,2 e 2.

Il secondo reattore sarà progettato per i seguenti abbattimenti:

Specie	Ingresso	Uscita
SOx	125	40
HCl	250	5
HF	10	0,5

(valori in mg/Nm³ riferiti a gas secchi e all'11% di O₂).

Il secondo filtro a maniche sarà realizzato anch'esso in due semisezioni, composto da 4+4 celle escludibili, equipaggiato con maniche in PTFE Diametro 150 m e lunghezza 6,5 m, cestelli in acciaio al carbonio trattati con verniciatura per cataforesi, completo di tettoia di protezione in sommità e struttura di supporto in acciaio al carbonio zincato a caldo; il filtro è dimensionato per assicurare, al MCR, una velocità di filtrazione ≤ 0,9 m/min con tutte le celle in funzione e ≤ 1,05 m/min con una cella esclusa e, al CM, una velocità di filtrazione ≤ 1,0 m/min con tutte le celle in funzione e ≤ 1,15 m/min con una cella esclusa.

Anche questo filtro è equipaggiato con un sistema di estrazione polveri e PSR costituito da n. 2 redler (trasportatori a catena) e relative valvole di sezionamento.

Il secondo filtro a maniche sarà progettato per le seguenti condizioni:

- polveri in uscita maniche < 5 mg/Nm³@11%O₂

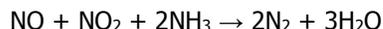
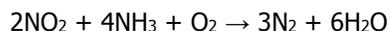
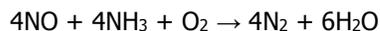
Il sistema è completato dal sistema di macinazione del bicarbonato costituito da due mulini per ciascuna linea e da un adeguato stoccaggio del reagente in forma granulare composto da:

- Silo NaHCO₃: 150 m³, per un'autonomia di esercizio di 14 giorni al MCR di due linee.

5.5.4 SISTEMA SCR

La linea di trattamento fumi termina con l'abbattimento degli ossidi di azoto mediante un sistema SCR (Selective Catalytic Reduction) composto da un catalizzatore riducente che permette la reazione a bassa temperatura tra NOx e ammoniaca iniettata nel flusso dei fumi attraverso un'apposita griglia.

Le reazioni di riduzione sono le seguenti:



Il sistema sarà progettato per le seguenti condizioni:

- NOx in uscita = 100mg/Nm³@11%O₂

Per avere in ingresso al catalizzatore una temperatura dei fumi compatibile con l'efficienza di abbattimento richiesta e con la concentrazione residua di SO₂ nei fumi (è quindi richiesta una T ≥ 200°C), è prevista l'installazione di uno scambiatore a tubi alettati per il riscaldamento dei fumi collegato a un prelievo di vapore saturo dal corpo cilindrico della caldaia.

Il calore così assorbito dai fumi sarà in parte recuperato in un economizzatore di coda e in uno scambiatore di preriscaldamento delle condense installati dopo l'SCR, a monte del ventilatore booster fumi.

5.5.5 CAMINO

L'immissione finale dei fumi in atmosfera avverrà utilizzando un camino di evacuazione metallico a due canne, dell'altezza di altezza 120 m, diametro 2,3 m (dimensionato al fine di mantenere una velocità dei fumi < 20 m/s nella condizione MCR). Le canne avranno una struttura di supporto comune alle due linee e saranno realizzate in tronconi da 10 m di Corten-A di spessore variabile secondo calcolo statico, coibentato esternamente con lana di roccia e finitura di alluminio. Il camino così costruito sarà completo di piattaforma per accesso ai punti di prelievo/campionamento dei fumi e di scala di accesso alla marinara secondo norme vigenti.

La velocità di efflusso dei fumi, alla temperatura di 110°C, sarà di:

- Al MCR (T_{fumi} = 110 °C): 16,75 m/s

5.6 SISTEMA DI MONITORAGGIO EMISSIONI IN ATMOSFERA

Un sistema di monitoraggio in continuo delle emissioni (SME) per ciascuna linea fumi, con punti di prelievo installati sui due condotti fumi all'ingresso della ciminiera, analizzerà costantemente tutti i principali parametri che saranno memorizzati e storicizzati secondo le disposizioni legislative nazionali.

Le sonde di prelievo saranno servite da piattaforme e relative scale di accesso.

Allo scopo di garantire la massima disponibilità di funzionamento, sarà previsto un sistema di monitoraggio di riserva comune alle due linee.

Nel rispetto della normativa vigente, in caso di superamento di anche uno solo dei limiti previsti per concentrazioni di inquinanti al camino, interviene il sistema di blocco automatico dell'alimentazione di CSS al forno, con la chiusura delle serrande delle tramogge di carico.

Il sistema sarà composto dalle seguenti principali apparecchiature:

- misuratore di polveri ad alta sensibilità (concentrazione minima misurabile <0,1 mg/m³ e fondo scala 30 mg/m³);
- analizzatore a tecnologia FT-IR di tipo estrattivo con sistema di filtrazione per l'analisi di: CO, HCl, NH₃, NO_x, SO₂, N₂O, H₂O;
- analizzatore di sostanze organiche volatili (SOV, VOC, TOC) con tecnologia FID (Flame Ionization Detector);
- misuratori dei parametri per il controllo del processo di abbattimento di gas acidi ed ossidi di azoto da inserire nel loop di regolazione;
- per il mercurio, strumento unico con sonde per ogni linea e sistema di commutazione a caldo;
- campionatore in continuo di diossine con la migliore tecnologia possibile, e possibilità di campionare anche metalli, Policlorobifenili (PCB) ed Idrocarburi Policiclici Aromatici (IPA);
- strumenti ausiliari per la misura della temperatura, pressione e portata dei fumi, installati a camino.

È prevista inoltre l'installazione di un sistema informatico di archiviazione ad accesso esclusivo degli organi di controllo 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.

5.7 SISTEMA DI ESTRAZIONE E STOCCAGGIO CENERI LEGGERE E PRODOTTI DI REAZIONE

Le ceneri raccolte nelle tramogge di caldaia e in quelle dei filtri a maniche saranno estratte, mediante un sistema di rotocelle e trasportatori a catena, verso un sistema pneumatico di trasporto che provvederà a inviarle ai rispettivi silo di raccolta, dotati di un sistema di separazione delle ceneri e depolverazione dell'aria di trasporto, mediante filtro a maniche.

Si prevede l'installazione di n. 3 silo da 300 m³/cad. per polveri e PCR provenienti dal primo stadio di abbattimento e n. 1 silo da 200 m³ per i PSR provenienti dal secondo stadio di abbattimento.

Per l'estrazione delle ceneri dal silo si è previsto un sistema fresante multicoclee, che convoglia il prodotto ad uno scaricatore telescopico per l'evacuazione in autocisterna.

La percentuale di rimozione del particolato nel primo filtro a maniche è tale da garantire un tenore di inerti nei successivi sali sodici di riduzione (PSR) non superiore al 3%; tale valore risulta compatibile con la possibilità di recupero dei sali di sodio in piattaforme di trattamento eventualmente disponibili nelle vicinanze dell'impianto. Ciò è però possibile solo operando una separazione dei flussi delle ceneri e delle polveri in uscita dal primo filtro a maniche rispetto ai prodotti scaricati dal secondo filtro.

A valle del trattamento, le ceneri saranno poi conferite ad idonei impianti di recupero/smaltimento fuori bacino.

5.8 SISTEMI ELETTRICI

Il sistema elettrico sarà progettato in modo da permettere la cessione dell'intera potenza prodotta dai generatori, al netto della potenza assorbita degli ausiliari dell'impianto alla rete di trasmissione nazionale (RTN).

Le unità di generazione saranno costituite da due generatori sincroni, accoppiati alle rispettive turbine a vapore.

Lo schema elettrico della rete di distribuzione di centrale sarà progettato in modo da minimizzare le interruzioni dell'alimentazione elettrica agli utilizzatori e tener conto delle esigenze di risparmio energetico. Allo scopo dovranno essere selezionati motori ad alta efficienza e trasformatori a perdite ridotte.

Inoltre, dove conveniente, si prevederà l'uso di azionamenti a velocità variabile.

Il sistema elettrico sarà inoltre progettato in modo da assicurare:

- elevata affidabilità di esercizio;
- sicurezza delle persone;
- basso tasso di guasto dei componenti.

I sistemi, i componenti e i materiali saranno dimensionati per il servizio continuo e selezionati in modo da minimizzare gli impegni per la manutenzione.

5.8.1 DESCRIZIONE DEL SISTEMA ELETTRICO

Il sistema elettrico della nuova unità di produzione è costituito, in accordo allo schema unifilare semplificato di Figura 7 – Schema unifilare semplificato nuova unità di generazione, da due montanti di generazione ciascuno composto da:

- un generatore sincrono connesso alla turbina a vapore;
- un montante MT di macchina completo di interruttore di generatore (52G1/2);
- un trasformatore elevatore di unità a due avvolgimenti (TP1/2);
- un trasformatore servizi ausiliari derivato dal montante MT a valle dell'interruttore di generatore (TA1/2);
- un cavo AT per la connessione agli esistenti montanti 220 kV dei gruppi 5 e 6;
- un sistema di distribuzione/utilizzazione, a due differenti livelli di tensione (uno per il sistema MT e uno per il sistema BT) per alimentare i servizi ausiliari di centrale;
- sistemi di protezione e controllo.

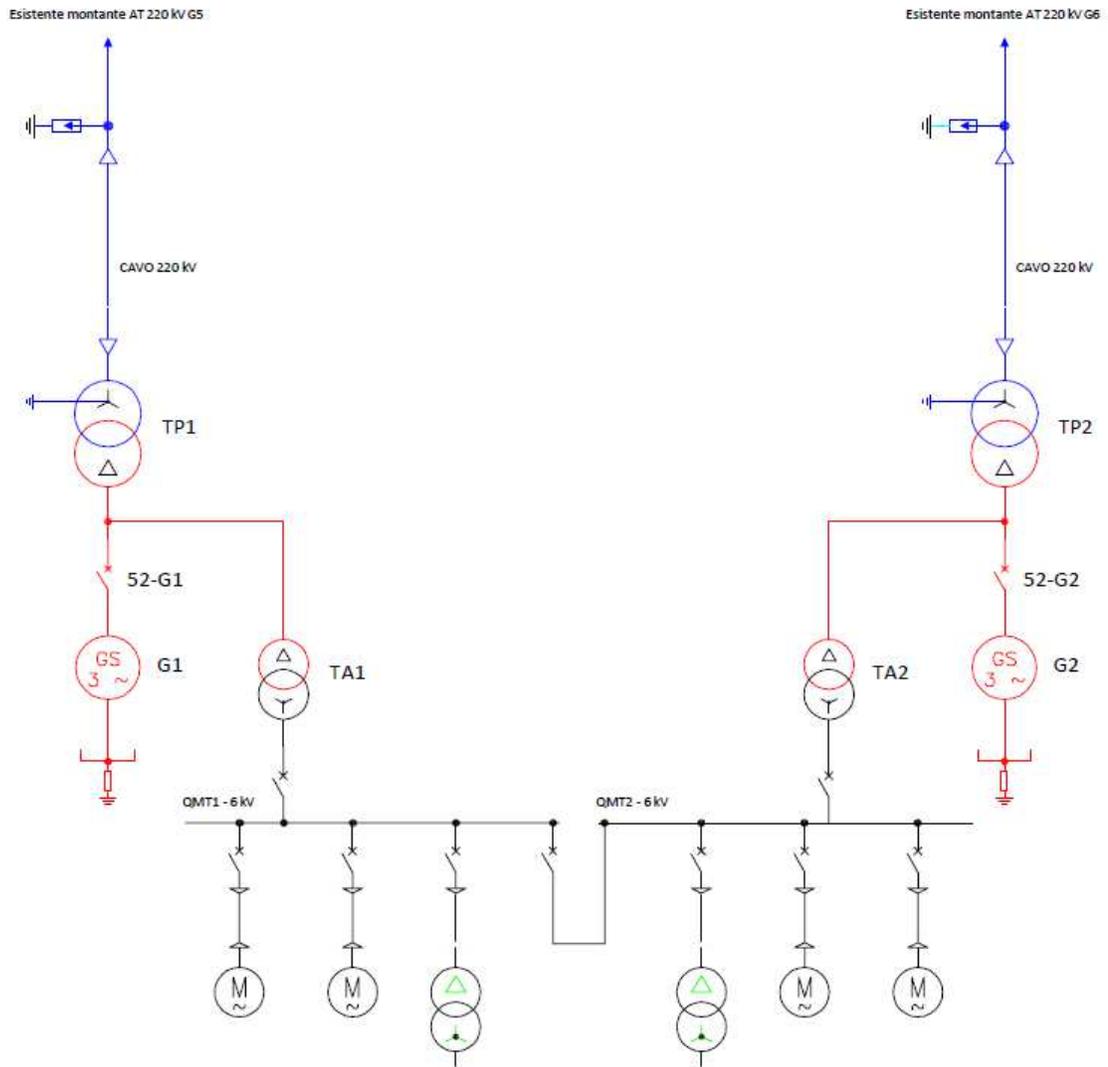


Figura 7 – Schema unifilare semplificato nuova unità di generazione

Generatore Sincrono

Il gruppo di generazione sarà costituito da un generatore sincrono trifase accoppiato alla turbina a vapore. Il generatore sincrono sarà progettato e costruito in accordo alle Norme IEC/CEI EN 60034 e le caratteristiche elettriche saranno selezionate in accordo alle prescrizioni del Codice di Rete. La tensione di generazione sarà in accordo agli standard dei costruttori, orientativamente nel campo 10-15 kV.

Montante di macchina MT

Ogni gruppo di generazione sarà connesso ad un interruttore di macchina (52G1 e 52G2) in media tensione. Sul montante saranno installate tutte le apparecchiature di manovra e protezione del montante (TV, TA sezionatori di linea e di terra, scaricatori ecc). L'interruttore di generatore permette di avviare l'impianto dalla rete AT, tramite i trasformatori TP e TA e di, una volta avviato, eseguire la sincronizzazione del gruppo con la RTN

Trasformatore elevatore di unità

Ogni gruppo di generazione immette nella RTN la potenza prodotta, al netto dei consumi dei servizi ausiliari, tramite un trasformatore elevatore AT/MT a due avvolgimenti. Il trasformatore sarà in olio a raffreddamento naturale o forzato.

Cavi AT di connessione

I terminali AT dei trasformatori elevatori saranno connessi alla stazione AT 220 kV tramite due cavi 220 kV in XLPE interrati della lunghezza approssimativa di 500 m.

Stazione AT

I nuovi gruppi di generazione saranno connessi agli esistenti stalli AT dei gruppi 5 e 6 opportunamente modificati: il progetto prevede la connessione dei terminali di arrivo dei cavi 220 kV allo stallone 220 kV e la rimozione delle relative connessioni agli esistenti trasformatori elevatori dei gruppi 5 e 6. Saranno installati scaricatori di sovratensione AT per la protezione delle linee in cavo.

Completano il progetto la revisione/sostituzione dei componenti della stazione AT (in particolare sistemi di protezione elettrica, interruttori AT);

Il montante 220 kV che alimenta il trasformatore di avviamento TAG3 sarà mantenuto in servizio.

Sistema di distribuzione MT e BT

Gli ausiliari del nuovo impianto saranno alimentati dal montante di generazione tramite due trasformatori servizi ausiliari TA1 e TA2 derivati a valle degli interruttori di gruppo. Ciascun trasformatore alimenta un quadro 6kV (QMT1 e QMT2). I due quadri 6 kV sono collegati tra loro tramite un congiuntore.

Per l'alimentazione dei servizi ausiliari verranno previsti due livelli di tensione:

- 6 kV per l'alimentazione dei motori con potenza nominale superiore a 200 kW
- 0,4 kV per l'alimentazione dei motori con potenza nominale inferiore o pari a 200 kW e di altri carichi BT.

I quadri di distribuzione principale BT (PC/PMCC) saranno alimentati dalle sbarre 6 kV dei quadri QMT1 e QMT2 tramite trasformatori 6/0.4 kV in resina. I quadri BT saranno in genere costituiti da due semisbarre con congiuntore.

Un adeguato numero di quadri secondari (MCC) alimentati dai quadri BT principali provvederanno all'alimentazione dei motori di piccola taglia e degli altri utilizzatori BT.

E' inoltre prevista una linea di soccorso proveniente dai gruppi 5/6 ovvero dai gruppi 1/2.

Un generatore diesel è previsto per l'alimentazione delle utenze di emergenza in caso di mancanza della rete AT.

Per assicurare l'alimentazione alle utenze privilegiate in caso di mancanza della rete, sono previsti, oltre ad un generatore Diesel di emergenza, anche i seguenti sistemi:

- un sistema in c.c. a 220 o 110 Vcc (da definire in accordo allo standard dei costruttori delle turbine) dimensionato per l'alimentazione dei carichi rotanti di emergenza delle turbine;
- un sistema in c.c. 110 Vcc dimensionato per l'alimentazione delle altre utenze c.c. dell'impianto (DCS, relè ausiliari, protezioni elettriche, ausiliari della stazione AT e dei quadri MT e BT ecc.);
- un sistema in c.a. 230V ac (UPS) per l'alimentazione di tutte le utenze di impianto (server, pannelli operatore ecc).

Sistema di protezioni elettriche

Per tutti i circuiti costituenti il sistema elettrico della nuova unità sarà previsto un sistema di protezioni elettriche comprendente protezioni principali e di ricalzo, allo scopo di garantire la protezione dei circuiti e delle persone contro i guasti di natura elettrica.

Il sistema di protezione dell'impianto sarà realizzato allo scopo di:

- assicurare la protezione delle persone;
- minimizzare i tempi di eliminazione dei guasti in modo da aumentare la stabilità del sistema elettrico e ridurre i danni ai componenti elettrici affetti da guasto.
- isolare le aree coinvolte nel guasto in modo da minimizzare l'impatto sul funzionamento del sistema elettrico nel suo complesso

Sistemi di protezione dedicati, doppio canale completamente o funzionalmente ridondati, saranno previsti per i montanti di generazione, per il trasformatore elevatore e la stazione AT, in accordo alle richieste del Codice di Rete.

I relè di protezione dovranno essere di tipo numerico, basati su tecnologia a microprocessore, programmabile mediante PC.

5.9 AUTOMAZIONE E CONTROLLO

Sarà installato un nuovo sistema di controllo distribuito (DCS) per la gestione centralizzata e automatizzata delle nuove utenze (caldaie, turbina a vapore, sistema estrazione ceneri, linea fumi, gestione CSS, etc.).

Il nuovo sistema DCS sarà caratterizzato dall'utilizzo diffuso di moderne tecnologie hardware/software e sarà strutturato su più livelli:

- livello "fieldbus", per le interconnessioni alle apparecchiature intelligenti in campo;
- livello "factory", per la comunicazione con il livello fieldbus e per l'integrazione dei sistemi di automazione;
- livello "office", per la comunicazione con i sistemi informativi aziendali, sia in ambito locale che in ambito geografico.

Il nuovo sistema sarà caratterizzato dall'utilizzo diffuso di strumentazione intelligente (trasmettitori e posizionatori per valvole di regolazione).

Attraverso le stazioni informatizzate del DCS, che saranno installate in sala manovre, sarà possibile monitorare le nuove utenze.

5.10 SISTEMI ESISTENTI DI CUI È PREVISTO IL RIUTILIZZO

Nel nuovo assetto produttivo, la Centrale necessiterà comunque di alcuni sistemi attualmente in esercizio e la cui funzionalità dovrà essere assicurata anche in futuro.

In particolare saranno necessari:

- Impianto antincendio (ovvero la rete idranti esistente alimentata dalle pompe elettriche e diesel locate nella zona dell'opera di presa);
- Opera di presa e condizionamento (clorazione) acqua mare;
- Canale di restituzione acqua mare;
- Impianto stoccaggio e distribuzione acqua industriale;
- Impianto di stoccaggio e rilancio gasolio;
- Impianto di produzione acqua demineralizzata e impianto di dissalazione acqua mare (IDAM);
- Impianto trattamento acque reflue (ITAR) e impianto riciclo effluenti oleosi (IREO).

5.11 OPERE CIVILI

Gli interventi previsti nell'ambito dell'utilizzo del CSS richiedono la realizzazione di opere civili costituite da nuove fondazioni, nuovi edifici e da adeguamenti di strutture esistenti.

Il loro dimensionamento, da eseguire ai sensi del D.M. 14/01/2008 "Nuove norme tecniche per le costruzioni" compresa la circolare 02/02/2009 n.617 e tutte la normativa di settore applicabile in questi casi, richiede la preventiva definizione del modello geotecnico del terreno, indagini accurate sulla consistenza delle opere civili esistenti comunque utilizzate come sostegno di nuove apparecchiature.

Dal punto di vista geologico, l'area della centrale è caratterizzato dalla presenza di depositi di origine marina, prevalentemente sabbie e sabbie ghiaiose, che ricoprono direttamente un potente complesso di argille grigio verdastre fossilifere. Le indagini condotte in occasione di pregresse prospezioni hanno evidenziato la presenza di questo substrato impermeabile argilloso, a circa 6 metri di profondità nel settore Sud, che si approfondisce spostandosi verso Nord fino a profondità di circa 30 metri in prossimità del settore Nord; sopra tale substrato sono presenti strati di ghiaia media, molto permeabile e livelli sabbiosi medio fini mediamente permeabili. Le prospezioni hanno evidenziato in particolare che in questa stratificazione di terreni a grana grossa si individua un livello di sabbie fini limose grigio scure, presente a circa 6 – 7 metri di profondità del piano campagna.

L'insieme di tali depositi rappresenta l'acquifero superficiale, che contiene una falda a superficie libera. Nel corso di una campagna di misurazione con piezometri eseguita nel 2004 si è rilevato una direzione del flusso diretto da sud verso nord e basso gradiente idraulico.

Nell'area di interesse per gli interventi in oggetto dunque al di sotto del riporto superficiale, il terreno di fondazione è costituito da materiali "sciolti" (cioè non "lapidei"), prevalentemente sabbie con ghiaie, da mediamente addensate a piuttosto consistenti fino alle massime profondità indagate.

La falda freatica risulta ubicata a pochi metri di profondità (tra -2,5 e -3,5 m) da piano campagna locale.

Nella individuazione della tipologia fondazionale da adottare nell'ambito del presente progetto, si è tenuto conto di questa stratigrafica individuata nel corso delle indagini svolte in passato e della presenza della falda freatica. Per scongiurare il pericolo di contaminazioni, oltre ad un'opportuna scelta del calcestruzzo e precise prescrizioni per quanto concerne le modalità di posa, si provvederà a fissare il piano di posa delle fondazioni al di sopra della superficie freatica della falda.

La tipologia delle opere di fondazione (superficiali o profonde) è dettata non solo dalle caratteristiche meccaniche dei terreni interessati, ma anche dalla presenza di fondazioni esistenti

Per le apparecchiature da installare ex-novo saranno realizzate prevalentemente delle fondazioni dirette la cui quota di imposta dipenderà dai carichi della sovrastruttura e dalla capacità portante degli strati di terreno in adiacenza a strutture esistenti, si dovrà propendere per pali o micropali. Nel caso di sovrapposizione delle nuove apparecchiature con basamenti e/o fondazioni esistenti, sarà valutata per queste ultime la possibilità di un loro riutilizzo, sulla base di indagini sullo stato dei materiali (prove distruttive con prelievi di carote e barre di armatura), prevedendo, qualora necessario, un eventuale consolidamento con micropali.

Per quanto concerne i materiali da utilizzare, una campagna di indagini, condotta nel 2006, nel corso della quale sono stati prelevati campioni di terreno e di acqua da due fori di sondaggio e sottoposti ad analisi di laboratorio, ha evidenziato una presenza moderata di solfati e cloruri. Va sottolineato che l'area di indagine era prossima al confine nord dell'area della Centrale

Attesa la necessità di replicare indagini di tal genere nel sito oggetto dell'intervento, i risultati delle prove del 2006 forniscono comunque una prima indicazione sulle caratteristiche dei calcestruzzi da adottare. In funzione delle condizioni ambientali desunte dalle prove infatti, si possono considerare verosimili le seguenti classi di esposizioni fra quelle indicate al paragrafo 4.1.2.2.4.3 delle "Norme tecniche per le costruzioni":

- Classe di esposizione XD2 per la presenza dei cloruri;
- Classe di esposizione XA2 per la presenza di solfati ;

Per queste classi, la normativa EN 206 (e successiva integrazione UNI 11104) raccomanda l'utilizzo di un calcestruzzo per le fondazioni con la seguente composizione e proprietà:

- Rapporto massimo a/c: 0.50
- Minima classe di resistenza: C32/40
- Minimo contenuto in cemento: 340 kg/m³

5.11.1 DESCRIZIONE DELLA VASCA DI STOCCAGGIO CSS, CON PARTICOLARE RIFERIMENTO AI PRESIDI ADOTTATI PER EVITARE INQUINAMENTO SUOLO E FALDA ED IL SISTEMA DI GESTIONE DEI PERCOLATI

La vasca di stoccaggio del CSS è un manufatto in c.a con dimensioni in pianta 26x85 m , da un lato in comunicazione, attraverso i portoni di conferimento del materiale portato dai camion, con la zona di scarico e dall'alto lato con le tramogge per l'alimentazione della griglia

Le strutture in elevazione saranno realizzate in c.a. e dimensionate in modo da poter consentire il posizionamento dei carriponte per la movimentazione delle benne e la trasmissione di tutti i carichi al terreno di fondazione. Quest'ultima sarà in c.a. e di tipo diretto con quota di imposta fissata al di sopra della superficie piezometrica della falda la cui soggiacenza localmente si attesta sui 3 m circa; questa scelta consente dunque di evitare contatti diretti della struttura con le acque sotterranee.

Per ridurre ulteriormente il rischio di contaminazioni, si dovranno inoltre adottare i seguenti presidi:

- utilizzo di calcestruzzo di adeguate caratteristiche, identificate dalla classe di esposizione, secondo le definizioni contenute in UNI EN 206-1. Nel presente caso non sarebbero da temere deterioramenti causati dal CSS, in quanto inerte, tuttavia si considera opportuna l'adozione di calcestruzzo con classe di esposizione XA1 (Ambiente chimicamente debolmente aggressivo secondo il prospetto 2 della UNI EN 206-1) cui corrispondono i seguenti valori limite per la composizione del materiale:
 - massimo rapporto a/c =0.55
 - minima classe di resistenza 28/35
 - minimo contenuto in cemento (kg/m3) 320
- impermeabilizzazione delle superfici interne della vasca con un sistema applicato in totale aderenza alla struttura in modo da evitare punti di discontinuità; si dovrà provvedere ad operare con cura la sigillatura dei giunti strutturali e di corpi passanti le pareti verticali e la platea.

La caratteristica di bassa umidità del CSS è tale da non richiedere un appropriato sistema di raccolta di percolato; tuttavia, per evitare l'accumulo di eventuali liquidi accidentalmente derivanti dal materiale accumulato, si dovrà realizzare l'estradosso della platea di fondazione con pendenza verso una vasca di raccolta da posizionare nel punto più depresso da cui prelevare, qualora necessario, il percolato con un sistema di sollevamento.

5.11.2 PRINCIPALI FABBRICATI DI NUOVA REALIZZAZIONE

Il progetto prevede la realizzazione dei seguenti fabbricati:

- Fabbricato pesa;
- Fabbricato rampa;
- Fabbricato TMV che comprende le seguenti unità funzionali:
 - Area di scarico CSS;
 - Locale tecnico/magazzino materiali/deposito temporaneo rifiuti, sottostanti l'area di scarico;
 - Vasca CSS;
 - Sala controllo;
 - Generatore di vapore e griglia;

- Sistema di depurazione fumi;
- Camino
- Fabbricato trattamento e stoccaggio scorie.

Per il ciclo termico si prevede il riutilizzo dell'esistente fabbricato attualmente adibito a stoccaggio del gesso prodotto dall'impianto deSOx dei gruppi 5 e 6..

5.11.3 STOCCAGGI REAGENTI E RESIDUI

Il progetto prevede i seguenti stoccaggi di reagenti per la linea fumi e di residui della depurazione:

Descrizione	Tipo di stoccaggio	Volume [m³]
Calce idrata	Silo	2x200
Bicarbonato granulare	Silo	150
Carboni attivi	Silo	20
Ceneri pesanti/scorie	Baie	2000 complessivi circa
Ceneri leggere + PCR	Silo	3x300
PSR	Silo	200
Ricircolo calce	Silo	2x50
Cemento Portland per impianto valorizzazione scorie	Silo	30
Soluzione inertizzante/legante per impianto valorizzazione scorie	Serbatoio	30

Tabella 13 – Stoccaggi

5.12 PRESIDI ANTINCENDIO

Gli impianti antincendio a servizio del TMV di San Filippo del Mela comprenderanno una riserva idrica (esistente) con locale pompe di spinta esterno (esistente) ed una rete di distribuzione ad anello. Gli impianti interni comprenderanno sommariamente impianto ad idranti, impianto a schiuma, impianto sprinkler ed impianti di spegnimento a gas inerte.

Nel dettaglio la riserva idrica sarà garantita da esistenti serbatoi di acqua industriale e demineralizzata per complessivi 8.000 mc.

La portata necessaria ai sistemi antincendio sarà garantita dal sistema di spinta esistente comprendente una elettropompa e due motopompe aventi portata di 360 t/h e prevalenza di 90 m.c.a. cadauna. Inoltre, in emergenza, è possibile alimentare il circuito antincendio ad acqua dolce anche dal circuito antincendio ad acqua di mare (normalmente utilizzato per i serbatoi di OCD) tramite una interconnessione valvolata di norma tenuta chiusa. Il circuito acqua di mare è alimentato da una elettropompa e due motopompe aventi portata di 1.320 t/h e prevalenza di 100 m.c.a. cadauna.

La rete idranti sarà dimensionata per la massima contemporaneità tra quella richiesta dall'impianto a idranti esterno con 6 unità in funzione, oppure dall'impianto a schiuma più 4 idranti sempre esterni UNI 70. Ne risulta una portata necessaria di 352,8 mc/h, che secondo la norma UNI 10779 dovrà essere garantita per almeno due ore. Dalle caratteristiche delle pompe a disposizione e dallo stoccaggio acqua disponibile, la norma risulta ampiamente soddisfatta.

Le reti saranno interrate realizzate con tubazioni in polietilene PN16, mentre le tubazioni fuori terra saranno realizzate in acciaio al carbonio. Saranno dotate di pozzetti con valvole di intercettazione a posizione segnalata per poter escluderne tratti o terminali senza mettere fuori servizio l'intero impianto. L'impianto ad idranti esterno sarà composto da soprasuolo UNI 70 collocati perimetralmente e distanziati non più di 60 metri uno dall'altro in maniera tale da intervenire dall'esterno sul fabbricato con manichette lunghe 30 metri. Ogni colonnina soprasuolo sarà dotata di proprio corredo d'uso, posto in prossimità, e composto da cassetta con colonna di sostegno, lancia a getto variabile e manichetta da 30 metri. Dalla rete idrica antincendio ad anello si deriveranno gli impianti idrici di spegnimento interni del tipo a cassetta UNI 45 per la copertura rispettivamente della palazzina uffici e dello scarico camion. In prossimità dell'accesso carraio verrà poi previsto un attacco motopompa per pressurizzare l'impianto con sorgente esterna fornita da autobotte dei VV.F.

Per l'intervento sulla vasca di stoccaggio dal CSS sarà previsto un impianto a schiuma con derivazione dalla rete idranti e composto da un sistema di preparazione schiuma, posto in un locale dedicato sotto l'area di scarico camion CSS, contenente i serbatoi del liquido schiumogeno, valvola ad umido e miscelatore. Una rete di distribuzione ad anello assicurerà poi la distribuzione a 16 lance schiuma collocate perimetralmente alla vasca di stoccaggio del CSS ed azionabili dall'operatore.

La schiuma sarà a bassa espansione e l'impianto sarà conforme alle norme NFPA 11.

A protezione dei trasformatori ad olio sarà previsto un impianto a nebulizzazione d'acqua, dedicato per ciascun trasformatore, con derivazione dall'anello antincendio. Si prevede inoltre di proteggere con impianto a nebulizzazione d'acqua anche la cassa olio turboalternatore, ubicata in una porzione del fabbricato turbine e circoscritta da cordolo di contenimento.

Gli impianti a nebulizzazione saranno conformi alla norma NFPA 15.

Nei locali particolari, quali sala controllo e locali quadri, saranno previsti impianti di spegnimento a gas inerte di ultima generazione conformemente alla UNI EN 15004 che non riducono in maniera sensibile il contenuto di ossigeno. Saranno previsti lo stoccaggio di bombole in locale dedicato al piano terra dell'edificio turbine e dell'edificio sala controllo e la distribuzione del gas con linee dedicate in acciaio schedula 40 fino ai locali dove saranno installati ugelli di erogazione sia nei locali che

nei vani controsoffitto e pavimento sopraelevato. Tutto il sistema sarà azionato da un impianto di rivelazione incendi per l'intervento automatico o mediante azionamento da parte dell'operatore.

Inoltre, è stata prevista l'installazione di impianti twin agent (schiuma e polvere) con funzionamento automatico a mezzo di rivelatori di temperatura a compensazione di tipo elettrico su singola linea, per la protezione dei Bruciatori Caldaia. La schiuma sarà a bassa espansione e l'impianto sarà conforme alle norme NFPA 11 e 17.

5.12.1 CRITERI DI CALCOLO CAPACITA' DI RISERVA IDRICA

La contemporaneità totale sarà determinata dalla massima portata dalle seguenti due situazioni previste a base del progetto antincendio:

6 idranti esterni UNI 70 da 300	l/min	1800
Portata totale necessaria	l/min	3102

4 idranti esterni UNI 70 da 300	l/min	1200
Impianto schiuma	l/min	4680
Portata totale necessaria	l/min	5880

Dovrà essere garantita una portata delle pompe di spinta di: $(5880 \times 60) / 1000 = 352,8$ mc/h

Inoltre la riserva idrica sarà garantita per almeno due ore da cui un volume minimo di: $352,8 \times 2 = 706$ mc.

La riserva idrica è calcolata sul fabbisogno della rete idranti e delle lance a schiuma.

La copertura della vasca è realizzata mediante n° 3 idranti esterni UNI 70 (300 l/min) più lance a schiuma interne (4680 l/min) per 120 minuti. Nel calcolo idraulico si è anche considerato un ulteriore idrante UNI 70. In tali condizioni una riserva da almeno 706 mc copre la richiesta in caso di incendio (disponibile riserva idrica da circa 8000 mc).

La riserva idrica, realizzata da serbatoi di accumulo da cui pescano le pompe antincendio è direttamente alimentata dagli impianti a osmosi. Qualora l'alimentazione dai serbatoi non fosse sufficiente ad assicurare i tempi di spegnimento richiesti dalla Norma, si potrà ricorrere all'approvvigionamento di acqua direttamente dal mare tramite apertura manuale di una valvola di interconnessione tra i circuiti di acqua dolce e di acqua mare normalmente chiusa.

5.12.2 VOLUMETRIE PER CALCOLO IMPIANTI A SOFFOCAMENTO

La realizzazione di impianti di spegnimento prevede come estinguente gas IG55 (50% azoto, 50% argon).

I locali protetti saranno i seguenti (con le volumetrie desumibili dagli elaborati di progetto):

Locale	Volume netto in mc
Sala controllo piano 4	1200
Locale quadri piano 3	500
Locali quadri elettrici edificio turbina	1200

Le volumetrie dei locali soggetti a protezione sono state calcolate sulla base del progetto preliminare ma dovranno essere verificate in fase esecutiva e sono state considerate vuoto per pieno.

5.12.3 CLASSIFICAZIONE DELLE ZONE AI FINI ANTINCENDIO

Le principali zone costituenti l'attività sono:

- Zona di accesso e scarico
- Zona di stoccaggio del CSS – (vasca CSS)
- Zona di valorizzazione energetica del CSS, mediante sistema di combustione a griglia integrato con generatore di vapore;
- Zona di depurazione dei fumi di combustione;
- Zona di utilizzo del vapore per la produzione di energia elettrica;

Il riferimento normativo di tipo generale per questa attività è rappresentato dalla norma: D.M. 10 Marzo1998 "Criteri generali di sicurezza antincendio e per la gestione dell'emergenza nei luoghi di lavoro".

Nella suddetta norma generale vengono individuati tre livelli di rischio di incendio (articolo 2 comma 4) che riportiamo:

- a) livello di rischio elevato;
- b) livello di rischio medio;
- c) livello di rischio basso.

Tali livelli di rischio di incendio possono essere applicati all'intero luogo di lavoro oppure differenziati per " .. singole parti del luogo medesimo .. " in funzione delle specifiche attività svolte ed è quest'ultimo il caso applicabile in quanto sussistono effettivamente differenze significative per le varie zone di impianto.

Nella suddetta norma, in appendice, le "centrali termoelettriche" sono annoverate tra le attività a rischio elevato ma il riferimento è rappresentato da impianti di potenza alimentati da combustibili spesso altamente infiammabili e comunque aventi come scopo la produzione di energia elettrica ed eventualmente fluidi caldi di processo, mentre nel caso del TMV in oggetto la funzione principale è il trattamento termico del CSS tramite combustione ed al contempo la produzione di energia come effetto di un processo di recupero termico.

Per la tipologia di combustibile utilizzato, questo impianto rappresenta una tipologia di centrale termoelettrica del tutto particolare, in quanto la velocità della reazione di ossidazione del combustibile è assai più lenta di quella tipica del gas metano, dei combustibili liquidi ed anche del polverino di carbone.

Il CSS è caratterizzato anche da un'umidità superiore a quella dei veri e propri combustibili sopra citati e infatti nella realtà operativa sono necessari dei bruciatori ausiliari per l'accensione del combustibile sulla griglia.

La componente di impianto che viceversa è certamente propria della centrale termoelettrica è rappresentata dal turbogeneratore e dai suoi accessori.

Altri aspetti da tenere in considerazione per la definizione del livello di rischio sono i seguenti:

- Il personale impiegato nell'impianto conosce tale installazione in quanto è appositamente addestrato e formato e presidia i luoghi 24/24 ore;
- Il numero di persone contemporaneamente presenti impiegate nella attività è piuttosto limitato;
- E' presente un diffuso sistema di telecamere di controllo utilizzato dal personale sempre presente 24/24 ore;
- E' presente un diffuso sistema di rivelazione incendi;
- E' presente un diffuso sistema di telecamere di controllo che permettono agli operatori della sala controllo di sorvegliare le attività delle squadre di manutenzione sui luoghi dove sono impegnate;
- E' presente un sistema di diffusione sonora dei messaggi di allarme;
- Sono presenti numerosi sistemi di spegnimento automatico sia nella vasca CSS (schiuma) che in altre parti di impianto.

Da tutto quanto sopra detto si ritiene di poter affermare che per la parte di impianto rappresentata dalla area del turbogeneratore si individua una classificazione di rischio elevato.

La zona del turbogeneratore a vapore ed i locali attinenti circostanti sono compartimentali REI 120 rispetto alle altre parti della installazione.

In tutte le altre aree di impianto si individua una classificazione di rischio medio che è da intendersi prevalente come classificazione generale.

5.13 IMPATTO ACUSTICO

Le principali sorgenti sonore fisse e mobili (automezzi CSS) e le loro caratteristiche sono riportate nella tabella seguente:

ID	Ubicazione Sorgente	Descrizione	Numero sorgenti attive	Potenza Lw (dBA)
SORGENTI MOBILI				
N1	Esterno	Autocarri CSS in movimento (velocità mezzi: 10 km/h)	1	Sorgente lineare
SORGENTI FISSE				
N2	Edificio Caldaie	Ventilatore aria comburente	4	96
N3		Caldaia	2	97
N4/1	Edificio Filtrazione Fumi	Ventilatore estrattore fumi	4	99
N4/2		Filtri a manica	4	90
N4/3		Reattore venturi	2	91
N4/4		SCR	2	91
N5	Edificio Turbina	Turbina a vapore + Gen.	2	105
N6		Pompe estraz. condensato	4	93
N7		Pompa alimento caldaia	4	98
N8		Compressori aria	2	98
N9	Esterno	Sili stoccaggio reagenti/prodotti	2	Non app.
N10		Trasformatori	2	97
N11		Sbocco canne camino	2	92
N12		Pompe acqua di circolazione	2	94
N13	Edificio vasca CSS	(Potenza specifica di superficie)	1	80
N14	Edificio area scarico CSS	Autocarri in scarico CSS	3	108
N15	Edificio scorie	Vaglio rotante	1	100
N16		Autocarro carico scorie	1	108
N17		Pala meccanica	1	105

Tabella 14 – Sorgenti sonore

La valutazione della potenza sonora delle principali apparecchiature è stata effettuata sulla base del limite di pressione acustica imposta e delle dimensioni fisiche del componente in questione.

In particolare:

Apparecchiature interne all'edificio caldaie

La configurazione di progetto prevede l'installazione delle due caldaie all'interno di un apposito edificio realizzato con pannelli metallici insonorizzati. Si è ipotizzato che a un metro dalla caldaia vi sia una pressione sonora pari a 65 dBA. In base alle dimensioni della caldaia, si è valutata una potenza sonora unitaria pari a 97 dBA (si veda tabella).

All'interno dell'edificio caldaia vi sono anche due ventilatori aria comburente. Ogni ventilatore è inserito all'interno di un cabinato insonorizzato: la pressione sonora prevista ad un metro dal cabinato è pari a 78 dBA.

In base alle dimensioni del cabinato si è valutata una potenza sonora unitaria di 96 dBA.

Apparecchiature interne all'edificio filtrazione fumi

All'interno dell'edificio realizzato con pannelli metallici insonorizzati vi sono tre ventilatori estrazione fumi. Ogni ventilatore è inserito all'interno di un cabinato insonorizzato: la pressione sonora prevista a un metro dal cabinato è pari a 78 dBA. In base alle dimensioni del cabinato si è valutata una potenza sonora unitaria pari a 99 dBA.

Apparecchiature interne all'edificio trattamento scorie

All'interno dell'edificio realizzato in pannelli prefabbricati di calcestruzzo, vi è un vaglio rotante. La pressione sonora prevista a un metro dall'apparecchiatura è pari a 90 dBA. In base alle dimensioni della stessa, si è valutata una potenza sonora unitaria pari a 100 dBA.

Apparecchiature interne all'edificio turbine a vapore (ex capannone gesso gr. 5 e 6)

All'interno dell'edificio sono ubicate le turbine a vapore ed i relativi generatori elettrici, inseriti in un cabinato insonorizzato, ad un metro dal quale è prevista una pressione sonora pari ad 78 dBA. In base alle dimensioni del cabinato si è valutata una potenza sonora per la turbina e per il generatore elettrico pari a 105 dBA.

In questo edificio è inoltre ubicata la pompa per l'estrazione del condensato e due pompe alimento per ciascuna linea di combustione.

Ogni pompa è inserita in un cabinato insonorizzato, ad un metro dal quale è prevista una pressione sonora pari ad 78 dBA. In base alle dimensioni del cabinato si è valutata una potenza sonora pari a 93 dBA per le pompe estrazione condensato ed una potenza sonora pari a 98 dBA per ogni pompa alimento caldaia.

All'interno dell'edificio vi sono anche due compressori aria. Ogni compressore è inserito all'interno di un cabinato insonorizzato, a un metro dal quale è prevista una pressione sonora pari a 78 dBA.

In base alle dimensioni del cabinato si è valutata una potenza sonora unitaria pari a 98 dBA.

Sili di stoccaggio

Nella zona dei sili sono movimentati i reagenti e le ceneri. Si è ipotizzato che lo scarico ed il carico dei materiali sia riconducibile a due sorgenti sonore, non ritenute significative vista la discontinuità di tali operazioni.

Trasformatori elevatori

Vi sono due trasformatori ubicati all'aperto. Le specifiche tecniche prevedono che ad un metro dal trasformatore vi sia una pressione sonora pari ad 75 dBA. In base alle dimensioni si è valutata per il trasformatore una potenza sonora pari a 97 dBA.

Camino

Le specifiche tecniche prevedono che ad un metro dalla bocca di ciascuna canna del camino in direzione del flusso, vi sia una pressione sonora pari ad 80 dBA.

In base al diametro delle canne del camino (2,3 m) si è calcolata una potenza sonora complessiva pari a 92 dBA per ciascuna canna.

Pompe acqua di circolazione

Per la circolazione dell'acqua mare di raffreddamento dei condensatori, vi sono due pompe in esercizio inserite all'interno di un cabinato insonorizzato, ad un metro dal quale è prevista una pressione sonora pari a 78 dBA. In base alle dimensioni del cabinato si è valutata per ogni pompa una potenza sonora unitaria pari a 94 dBA.

Prestazioni acustiche degli edifici

A) Edifici caldaie e filtrazione fumi

Questi edifici di nuova costruzione hanno le pareti costruite con pannelli metallici insonorizzati. Per valutare la potenza di ogni edificio, si è assunto che le pareti ed il tetto appartengano alla classe di trasmissione sonora STC pari a 36 dB.

Nella tabella seguente sono indicati il valore della perdita di trasmissione sonora e il coefficiente di assorbimento delle pareti, determinati in base a dati reperiti in letteratura.

Perdita di trasmissione sonora e coefficiente di assorbimento delle pareti dei nuovi edifici

Descrizione	Frequenza Hz							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Perdita trasmissione sonora delle pareti (dB)	18	18	23	33	43	48	39	39
Coefficiente di assorbimento delle pareti	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04	0,04	0,05

B) Edificio turbine e edificio trattamento scorie

L'esistente edificio turbine (ex capannone gesso) invece, è caratterizzato da pareti in calcestruzzo fino ad un'altezza di 2,5m sopra il p.c. Più in alto l'edificio è realizzato in struttura metallica tamponata con pannelli sandwich di 5cm di spessore.

L'edificio trattamento scorie sarà realizzato in pannelli prefabbricati di calcestruzzo.

Nelle due tabelle seguenti sono indicate le rispettive perdite di trasmissione sonora.

**Perdita di trasmissione sonora della parte in calcestruzzo delle pareti dell'edificio turbine e dell'edificio trattamento scorie
(classe di trasmissione sonora STC 58 dB)**

Descrizione	Frequenza Hz							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Perdita trasmissione sonora delle pareti (dB)	30	44	46	52	61	65	68	66

**Perdita di trasmissione sonora della parte pannellata delle pareti dell’edificio turbine
(classe di trasmissione sonora STC 32 dB)**

Descrizione	Frequenza Hz							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Perdita trasmissione sonora delle pareti (dB)	14	15	20	28	37	43	40	39

C) Edificio area scarico CSS

Questo edificio è caratterizzato da una pannellatura metallica (spessore 100mm) costituita da lamiera cieca (spessore 0,6mm), lana di roccia 90 kg/m³ (spessore 100mm), lamiera microforata al 40% (spessore 0,6mm) + rivestimento metallico in alluminio 10/10 per un potere fonoisolante non inferiore a RW 38 secondo il seguente spettro:

Caratteristiche attenuazione pannellatura edificio area scarico CSS

	Frequenze in bande di ottava (Hz)								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Perdita di trasmissione sonora (dB)	16	22,3	28,9	32,1	26,1	42,6	51,2	55	55

In funzione della potenza sonora delle sorgenti ubicate all’interno di ogni edificio e con i dati della perdita di trasmissione sonora e del coefficiente di assorbimento prima indicati, può quindi essere valutato l’impatto acustico all’esterno delle sorgenti “indoor” ubicati negli edifici A), B) e C).

D) Edificio vasca CSS

Per questo edificio, realizzato in calcestruzzo prefabbricato e non caratterizzato da sorgenti sonore di elevata potenza, si è seguito un approccio differente che porta a valutare direttamente l’impatto acustico complessivo del fabbricato.

Non essendo possibile stabilire con ragionevole dettaglio le sorgenti sonore presenti all’interno dell’edificio, a quest’ultimo è attribuito un valore di potenza superficiale (in dB(A)/m²) delle pareti in maniera tale da ottenere un livello esterno di 45 dB(A) a 1m.

6 ALTERNATIVE PROGETTUALI

L'analisi delle possibili alternative progettuali ha pertanto preso in esame le differenti tecnologie applicabili ad un impianto di valorizzazione energetica di CSS previste dalla normativa di settore nazionale e comunitaria, valutando che le scelte effettuate garantissero il conseguimento dei seguenti obiettivi principali:

- ridurre al minimo i valori di concentrazione di sostanze inquinanti nelle emissioni in atmosfera;
- ridurre al minimo i materiali di risulta da inviare a discarica;
- ridurre al minimo il consumo di acqua e la produzione di reflui liquidi;
- ridurre al minimo le emissioni acustiche;
- ottimizzare i rendimenti di trasformazione energetica per massimizzare l'energia elettrica producibile dalla combustione dei rifiuti;
- consentire il recupero delle parti ferrose contenute nelle scorie;
- individuare il miglior inserimento dell'impianto nel luogo di realizzazione, curando l'aspetto architettonico dell'impianto in generale, dei singoli fabbricati e degli impianti ed apparecchi installati all'esterno dei fabbricati;
- realizzare una centrale ad elevata automazione, in modo da ridurre al minimo l'impiego del personale di conduzione e la necessità di interventi manuali in campo; conseguentemente, si garantiscono elevati livelli di sicurezza e salute degli operatori e semplicità dei servizi di gestione e manutenzione.

Tra gli strumenti di indirizzo per l'individuazione delle migliori tecniche disponibili, riveste particolare importanza il Decreto 29 Gennaio 2007 del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, con il quale sono state emanate le Linee guida recanti i criteri per l'individuazione e l'utilizzazione delle Migliori Tecniche Disponibili (MTD) in materia di gestione dei rifiuti.

Nel suddetto Decreto sono sintetizzate le tecnologie applicabili ad un impianto di valorizzazione energetica di CSS previste dalla normativa di settore nazionale e comunitaria.

Nel presente paragrafo si intendono richiamare le scelte progettuali effettuate in relazione alle principali sezioni di impianto, ossia le fasi di combustione del CSS e di depurazione fumi - che più di altre caratterizzano gli impianti di valorizzazione energetica di CSS e la loro incidenza ambientale - e la fase di produzione di energia elettrica.

6.1 SEZIONE DI COMBUSTIONE

La tecnologia di combustione dipende dalla tipologia di combustibile da trattare in termini di contenuto energetico (misurabile tramite il potere calorifico inferiore - PCI) e caratteristiche chimico-fisiche (densità, pezzatura, contenuto di umidità, di inerti, ecc.).

In tema di valorizzazione energetica dei rifiuti le principali tecnologie impiegabili, che coprono la stragrande maggioranza delle applicazioni, sono:

- forni a griglia;
- forni a tamburo rotante;
- combustori a letto fluido.

Esistono poi altre tecnologie meno diffuse, sviluppate per impieghi specifici (forni statici per liquidi e gas, forni a piani multipli, inceneritori a raggi infrarossi, semi - pirolitici, ecc.), la cui applicazione è ristretta a particolari tipologie di rifiuti speciali e/o pericolosi (rifiuti industriali, rifiuti sanitari, fanghi, ecc.), oltre ad alcune tecnologie, di più recente applicazione nel settore dei R.U., quali gassificazione, pirolisi, trattamenti all'arco-plasma.

Nelle tabelle che seguono, riprese dalla sezione D delle Linee Guida allegate al Decreto del Ministero dell'Ambiente del 29 gennaio 2007, si riporta il campo di applicazione delle diverse tecnologie ed il raffronto tra quelle più utilizzate per i rifiuti urbani.

Tecnologia forno	Tipologia rifiuto					
	RU	CDR Speciali	Fanghi	Rifiuti sanitari	Industria Chimica	Scarti animali
A griglia mobile	+	+/-	+/- (1)	+	-	-
A tamburo rotante	+	+	+	+	+	+
A letto Fluidico	+/-	+	+	+/-	+/-	+/-
A griglia fissa	+	-	-	+	-	-
Statici	-	-	-	+	-	+
A raggi infrarossi	-	+/-	-	+/-	+/-	-
A camera statica (per liquidi e/o gas)	-	-	-	-	+	-
A piani multipli	+/-	-	+	-	+/-	-
Semi-pirolitico	+/-	+/-	-	+/-	-	-
Combustore ciclonico	-	+/-	-	-	+/-	-
Gassificazione	-	+	+/-	+/-	+/-	+/-
Pirolisi	+/-	+	+/-	-	+/-	-
Trattamenti all'arco-plasma	+/-	+	+/-	+/-	+/-	-
(1) In co-incenerimento con i RU che costituiscono il rifiuto principale trattato						
Legenda:						
+ = idoneo						
+/- = idoneo con limitazioni						
- = non idoneo						

Apparecchiatura	Vantaggi	Svantaggi
A griglia mobile	<ul style="list-style-type: none"> - Apparecchiatura collaudata ed affidabile - Esistono migliaia di applicazioni a livello mondiale - Consente buoni livelli di recupero energetico - Idoneo per rifiuti di diversa pezzatura - Non richiede il pretrattamento dei RU 	<ul style="list-style-type: none"> - Non particolarmente idonea per rifiuti ad alto PCI (20 MJ/kg) - Non idonea per rifiuti pulverulenti, pastosi e melme - Fattibilità economica ristretta a taglie d'impianto medio-grandi
A tamburo rotante	<ul style="list-style-type: none"> - Possibilità di trattare rifiuti in qualsiasi stato fisico (solidi, liquidi, pastosi), anche in combinazione - Scarsa sensibilità al variare di composizione, umidità e pezzatura dell'alimentazione - Semplicità di costruzione ed elevata affidabilità di funzionamento 	<ul style="list-style-type: none"> - Presenza di parti in movimento, con problemi di tenuta ed usura - Incompleta ossidazione dei fumi nella camera primaria, necessita di camera di post-combustione - Eccessi d'aria elevati - Consumo di refrattario piuttosto rapido; - Ridotte efficienze di recupero energetico
A letto fluido	<ul style="list-style-type: none"> - Elevata efficienza di combustione (grado di turbolenza, maggiori tempi di residenza, temperatura più uniforme) - Basso contenuto incombusti nelle scorie (0,2-0,3 %) - Unità più compatte (maggiori carichi termici specifici applicabili) - Ridotti tempi di avviamento e possibilità di funzionare anche in discontinuo - Ridotto numero di parti meccaniche in movimento - Possibilità di operare con ridotti eccessi d'aria, con conseguenti migliore rendimento di recupero e minori dimensioni dei sistemi di depurazione dei fumi - Parziale rimozione di gas acidi (principalmente SO₂) in fase di combustione, tramite l'iniezione di sorbenti alcalini 	<ul style="list-style-type: none"> - Rischio di defluidizzazione del letto conseguente a possibili fenomeni di agglomerazione - Necessità di pretrattamenti dei rifiuti (riduzione pezzatura, omogenizzazione, ecc.), con conseguente aumento dei costi globali di gestione - Necessità di aumentare i punti di alimentazione o di incrementare la velocità di fluidizzazione a causa di insufficiente mescolamento trasversale - Difficoltà di alimentazione dei rifiuti leggeri (es. CDR "fluff") soprattutto in corrispondenza di velocità di fluidizzazione elevate (letti circolanti) - Ridotte esperienze applicative in scala industriale per l'impiego con rifiuti urbani, soprattutto per i letti

Per l'impianto di San Filippo del Mela, dotato di due linee di combustione parallele ed indipendenti, è stata adottata la griglia mobile raffreddata ad aria integrata con una caldaia a sviluppo orizzontale. Tale scelta consente la combustione di CSS con PCI compreso tra 9.500 e 17.000 kJ/kg con variazioni del carico termico continuo totale alle due linee compreso tra 120 ed il Maximum Continuous Rate pari a 200 MWt (non raggiungibile con 9.500 kJ/kg).

I forni a griglia costituiscono 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. Gli impianti con griglia mobile, inclinata e formata da una serie di gradini mobili, permettono, grazie al movimento dei rifiuti all'interno della camera di combustione, un'ottimizzazione della stessa. Il raffreddamento ad aria semplifica la costruzione della griglia e ne aumenta l'affidabilità non dipendendo quest'ultima dalla perfetta efficienza e bilanciamento della distribuzione di acqua di raffreddamento.

Vengono poi adottati particolari accorgimenti, frutto anche della lunga esperienza di A2A nella gestione di impianti simili, quali nello specifico:

- impiego del CFD (studio computerizzato della dinamica dei fluidi) per migliorare la progettazione della geometria delle apparecchiature e per l'ottimizzazione del tempo di permanenza dei fumi e della turbolenza in camera di combustione ai fini di una combustione completa;
- impiego di un adeguato sistema di monitoraggio e controllo della combustione, supportato anche dall'impiego di camera a infrarossi;
- ottimizzazione della distribuzione dell'aria comburente (primaria e secondaria) e della turbolenza nella zona di postcombustione, con l'adozione di ventilatori aria primaria dotati di inverter e regolazione di portata ai diversi settori della griglia; ventilatori aria secondaria dotati di inverter, ugelli di immissione aria secondaria regolabili e/o orientabili;
- preriscaldamento aria primaria;
- regolazione della portata di aria per il mantenimento di condizione operative ottimali di combustione;
- impiego di bruciatori ausiliari, a gasolio, operanti in automatico;
- protezione delle pareti del combustore con refrattari e impiego di pareti raffreddate ad acqua.

6.2 SEZIONE DI DEPURAZIONE DEI FUMI

Il principale impatto ambientale derivante dalla combustione di rifiuti, in assenza di sistemi di abbattimento dei fumi, è costituito dall'emissione di polveri e sostanze in atmosfera, in fase gassosa o sotto forma di vapore, classificabili come macro e microinquinanti.

In un impianto dotato di una linea fumi moderna invece è possibile rimuovere tali sostanze fino a concentrazioni non significative.

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 di molto inferiori, che includono sia specie inorganiche come i metalli pesanti (cadmio, cromo, mercurio, piombo, nichel, ecc.) che organiche come le policlorodibenzodiossine (PCDD), i policlorodibenzofurani (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.

La rimozione delle polveri può essere effettuata per lo più per via meccanica, a mezzo di:

- cicloni e multicycloni;
- filtri elettrostatici (a secco e ad umido);
- filtri a maniche.

I processi più utilizzati per l'abbattimento degli inquinanti possono essere classificati, in funzione del principio chimico-fisico che li caratterizza, in:

- processi di filtrazione/adsorbimento ("a secco", "a semisecco");
- processi di assorbimento ("ad umido", eventualmente senza scarichi liquidi e/o con l'impiego di reagenti specifici);
- processi di adsorbimento specifici ("a secco" o "a semi secco" con iniezione di carbone attivo o coke, "polishing" finale con iniezione di carbone e filtrazione, a valle di un sistema "ad umido");
- processi riduttivi/ossidativi, quali la riduzione degli ossidi di azoto effettuata per via catalitica ("DeNOx SCR - Riduzione Selettiva Catalitica") o non catalitica ("DeNOx SNCR").

Nelle tabelle che seguono, anch'esse riprese dal citato Decreto del Ministero dell'Ambiente del 29 gennaio 2007, si riportano le prestazioni e l'applicabilità dei diversi sistemi di trattamento.

Processo	Trattamento	Inquinanti	Note
Filtrazione / assorbimento	"A secco"	Polveri, metalli pesanti adsorbiti, gas acidi	Prestazioni medio-buone, in funzione del reagente impiegato.
	"A semisecco"	Polveri, metalli pesanti adsorbiti, gas acidi	Buone prestazioni, consumi medi di reagenti
Assorbimento	"Ad umido"	Polveri, metalli pesanti, gas acidi, aerosols	Alte prestazioni, ridotti consumi di reagenti
	"Ad umido" con additivi specifici	Polveri, metalli pesanti, gas acidi, aerosols, diossine	Come "ad umido", ma con rimozione anche di diossine
Adsorbimento	"Iniezione di carbone attivo"	Hg, diossine, altri micro-inquinanti organici	Efficiente rimozione di diossine e mercurio
Ossidazione/riduzione	DeNO _x SNCR DeNO _x SCR	NO _x NO _x , diossine	Rimozione e distruzione di NO _x . Efficiente rimozione e distruzione di NO _x e diossine

Inquinante	Trattamento								
	Polveri	Gas acidi	Metalli (adsorbiti)	Metalli (vapori)	Gas tossici (Cl ₂ , Br ₂)	NO _x	Diossine	Odori	Aerosols
Secco	+++	++ (1)	+++	.	.	.	+	.	+
Semisecco	+++	++	+++	+	.	.	+	.	++
Umido	+++	+++	+++	+++	++	.	+	+	+++
Umido con additivi	+++	+++	+++	+++	+++	(+)	++	++	+++
Secco/semisecco + iniezione carboni attivi	+++	++	+++	+++	.	.	++(+)	+	++
SNCR	++	(+)	.	.
SCR	+	+++	+++	+	.

(1) In funzione del reagente impiegato

Legenda:
 + = prestazioni medie
 ++ = prestazioni buone
 +++ = prestazioni ottimali

La filiera di depurazione fumi del TMV di San Filippo del Mela prevede l'utilizzo del sistema a secco con iniezione di carboni attivi, bicarbonato di sodio e calce idrata, composto da:

- un doppio stadio di reazione e filtrazione in serie, per elevatissime efficienze depurative. In particolare il 1° stadio è costituito da un sistema a secco con iniezione di calce idrata e carboni attivi e successiva filtrazione in un filtro a maniche; il 2° stadio è costituito da un sistema a secco con iniezione di bicarbonato di sodio e successiva filtrazione in un filtro a maniche;
- un duplice sistema di abbattimento NOx: sistema SNCR in zona di postcombustione e sistema SCR finale, per ottenere bassissimi valori di concentrazione degli NOx contenendo allo stesso tempo lo slip di ammoniaca e allungando significativamente la vita utile del catalizzatore dell'SCR. Inoltre, è stato ampiamente dimostrato come il sistema SCR, oltre ad essere particolarmente efficace nei confronti degli NOx, sia in grado di abbattere e distruggere anche le molecole di PCDD/PCDF, garantendo emissioni di gran lunga al di sotto dei limiti imposti.

Il sistema di trattamento degli effluenti gassosi sopra indicato:

- non consuma acqua e non produce reflui liquidi di processo;
- riduce la visibilità del pennacchio al camino;
- grazie al monitoraggio in continuo dei fumi grezzi, è facilmente modulabile, con conseguente ottimizzazione del consumo di reagenti e possibilità di intervento tempestivo sui dosaggi;
- riduce il consumo energetico;
- ha una configurazione impiantistica semplice ed affidabile, con bassi costi di realizzazione e di esercizio;
- produce sali di reazione del bicarbonato di sodio che possono essere inviati a recupero, con conseguente riduzione delle quantità di residui da smaltire in discarica.

6.3 SEZIONE DI PRODUZIONE DELL'ENERGIA ELETTRICA

In conformità alle Migliori Tecnologie Disponibili, il TMV in progetto prevede che il vapore prodotto dalle caldaie ($P = 53 \text{ bar g}$; $T = 420 \text{ °C}$) venga utilizzato per la produzione contemporanea di calore ed energia elettrica.

Nello specifico, in via prioritaria il vapore è sfruttato in un ciclo Rankine per la produzione di energia elettrica attraverso l'espansione in un turbogruppo, ma sono stati previsti anche uno spillamento di vapore dalla turbina per il preriscaldamento del condensato nel degasatore e dell'aria comburente, nonché uno spillamento dal corpo cilindrico della caldaia per il riscaldamento dei fumi in ingresso al sistema SCR, in modo da massimizzare il rendimento del processo.

Il ciclo termico è di tipo rigenerativo con turbina a condensazione multistadio e uno spillamento.

Il condensatore del vapore esausto è ad acqua di mare in ciclo aperto e dunque non prevede il consumo di risorsa idrica; la stessa soluzione è stata utilizzata anche per il abbassare la temperatura dell'acqua del circuito chiuso di raffreddamento macchine.

Il grado di vuoto del condensatore ($P = 0,04 \text{ bar a}$; $T \text{ H}_2\text{O} = 15 \text{ °C}$) è tale da conseguire efficienze di recupero elevate.

Il vapore, come detto, viene utilizzato per: preriscaldare il condensato prima dell'alimentazione alla caldaia; preriscaldare l'aria comburente; riscaldare i fumi in ingresso allo stadio DeNOx SCR posto a fine trattamento fumi fino alla temperatura di reazione. Il calore dei fumi in eccesso all'uscita di tale stadio viene recuperato preriscaldando il condensato.

Sulla base delle caratteristiche tecnologiche dell'impianto in progetto ora descritte, **è quindi possibile ritenere che la soluzione proposta presenti caratteristiche ottimali, in quanto conforme con le BAT di riferimento e in grado di garantire ottimi livelli di efficienza, affidabilità e sicurezza, riducendo al minimo le pressioni indotte sull'ambiente esterno.**

7 PRESTAZIONI ED EMISSIONI

Nelle due tabelle seguenti si riassumono le prestazioni e le emissioni al camino relative, associate agli interventi descritti nei precedenti capitoli.

	Carico	2xMCR	2xCM
Potenza termica combustibile	MW	200	220
Portata CSS	t/h	65,5	72,0
Potere calorifico inf. CSS	kJ/kg	11.000	11.000
Vapore Ingresso Turbina			
AP	°C	420	424
	barg	53	58,6
	t/h	216	239
Pressione Condensazione	mbar	40	43
Potenza lorda	MW	59,9	66,4
Assorbimento ausiliari	MW	5,7	6,9
Potenza netta	MW	54,1	59,5
Rendimento netto	%	27,1	27,1
Portata fumi	Nm ³ /h	399.367	439.189
Produzione residui			
Ceneri leggere e prodotti di reazione	kg/h	3890	4280
Ceneri pesanti	kg/h	11130	12240
Consumo reagenti			
Calce idrata	kg/h	1200	1320
Bicarbonato di sodio	kg/h	540	600
NH3 (soluzione al 25%)	kg/h	194	213
Carboni attivi	kg/h	44	48

Tabella 15 – Prestazioni – Consumi - Residui

Emissioni al camino ⁽¹⁾		Garantite	ex D.Lgs. 152/06
Polveri	mg/Nm ³	5	10
TOC	mg/Nm ³	5	10
CO	mg/Nm ³	50	50
NO2	mg/Nm ³	100	200
NH3	mg/Nm ³	5	30
SO2	mg/Nm ³	40	50
HCl	mg/Nm ³	5	10
HF	mg/Nm ³	0,5	1
Hg ⁽²⁾	mg/Nm ³	0,02	0,05
Cd+Tl ⁽²⁾	mg/Nm ³	0,02	0,05
Metalli pesanti ⁽²⁾	mg/Nm ³	0,2	0,5
IPA ⁽³⁾	mg/Nm ³	0,01	0,01
PCDD+PCDF ⁽³⁾	ng/Nm ³	0,025	0,1
PCB-DL ⁽³⁾	ng/Nm ³	0,025	0,1

Tabella 16 – Emissioni

7.1 VALUTAZIONE DELL'INDICE DI RECUPERO ENERGETICO R1

In accordo alla Direttiva Europea 2008/98/EC, la valorizzazione energetica del CSS costituisce operazione di recupero se consegue un'efficienza (R1) pari ad almeno 0,65 (per impianti autorizzati successivamente al 31/12/2008), dove l'indice R1 è così definito:

$$R1 = \frac{E_P - (E_F + E_I)}{0,97 \times (E_W - E_F)}$$

in cui:

- E_P energia annua prodotta sotto forma di energia termica o elettrica;
- E_F alimentazione annua di energia nel sistema con combustibili che contribuiscono alla produzione di vapore;
- E_W energia annua contenuta nei rifiuti trattati calcolata in base al potere calorifico netto dei rifiuti;
- E_I energia annua importata, escluse E_W ed E_F;

¹ Valori medi giornalieri tranne dove altrimenti specificato.

² Periodo di campionamento di 1 ora.

³ Periodo di campionamento di 8 ore.

- 0,97 fattore corrispondente alle perdite di energia dovute alle ceneri pesanti (scorie) e alle radiazioni.

Nel caso del TMV di San Filippo del Mela, il calcolo, che per i valori di E_F ed E_I si basa su dati storici di analoghi impianti A2A, porta al risultato di:

$$\mathbf{R1 = 0,799}$$

valore che di per sé è già sufficiente al rispetto della Direttiva.

Se si considera l'ulteriore applicazione del D.M. 7 Agosto 2013 che introduce l'utilizzo di un fattore correttivo K_c per compensare gli effetti negativi del clima sull'utilizzo di energia termica si ha che, in accordo all'Allegato 1 del Decreto, per il sito di San Filippo del Mela tale fattore vale 1,382 e quindi:

$$\mathbf{R1_{corr} = 1,104 \gg 0,65}$$

da cui si evince il pieno rispetto della condizione di "recupero energetico" del progetto.

8 TEMPISTICHE

Le tempistiche stimate per il progetto sono state riassunte nel diagramma di Figura 8 – Programma sviluppo linee di combustione.

L’ipotesi di base è che l’impianto venga costruito in due successive fasi, la prima delle quali necessaria alla messa in marcia della prima linea di combustione del CSS. La seconda fase, da considerare dopo la messa a regime della prima caldaia, prevede l’affiancamento della seconda linea con un passo di 24 mesi dalla prima.

Le attività di costruzione relative alla prima fase avranno una durata complessiva di 30 mesi.

In tale scenario si sono considerati 8 mesi per l’ingegneria necessaria alla definizione degli ordini principali, con inizio anticipato di 4 mesi rispetto all’ottenimento dell’autorizzazione. Le demolizioni propedeutiche alla costruzione saranno portate a termine in ombra alla durata della fase autorizzativa.

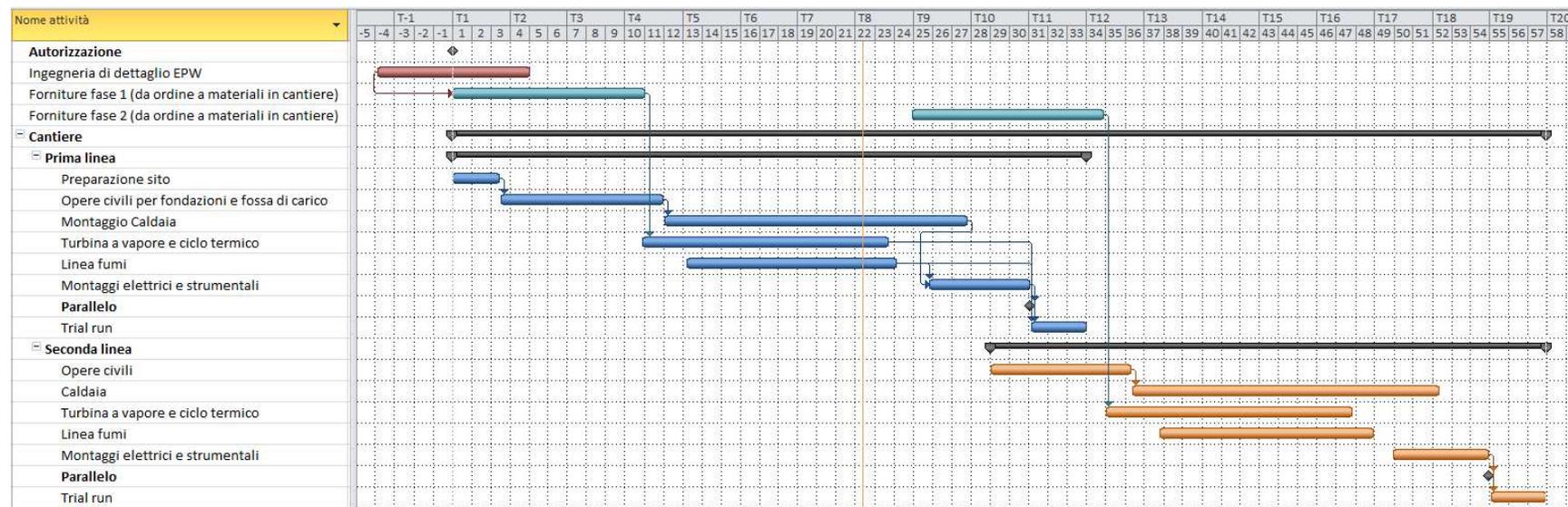


Figura 8 – Programma sviluppo linee di combustione

9 ALLEGATI

- a) Planimetria "Sistemazione TMV" doc. no. SFP-CTM-000003-SWTE
- b) "Prospetti sala macchine e linea fumi" doc. no. SFP-CSM-000005-SWTE
- c) "Pianta e prospetti fonti di rumore" doc. no. SFP-CTM-000004-SWTE