

Regione autonoma della Sardegna
(Provincia di Nuoro)



Comune di Macomer

CONSORZIO PER LA ZONA INDUSTRIALE DI MACOMER

**REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI
TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA
DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSIOLO**

ATI: **AREAIMPIANTI** - **MONSUD S.p.A.**
 

Progettista incaricato:





STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE



QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE

Q.3

	REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	S.I.A. - Quadro di riferimento progettuale	PAG. II/154	

Sistema Qualità Certificato



UNI EN ISO 9001 (ISO 9001)



Certificato n° FS 587971



Gruppo di lavoro:



Professionista	Iscrizione	Ruolo
Dott. Ing. Francesco Martino	Ordine Ingegneri Grosseto n°195	Coordinatore progettazione, esperto progettazione impiantistica, elettromeccanica ed idraulica
Dott. Arch. David Bartalucci	Ordine Architetti Grosseto n° 465	Esperto in Studi Ambientali
Dott. Ing. Sandro Fiorentini	Ordine Ingegneri Grosseto n° 801	Progettazione architettonica, civile-statica, igiene e sicurezza cantieri
Dott. Ing. Enzo Rosadini	Ordine Ingegneri Grosseto n° 314	Esperto in progettazione impiantistica speciale

CODICE DESCRITTIVO: Itv117FMRI735.00			N° ALLEGATO: Q.3		
0	12/09/2011	EMISSIONE	silenzi	fiorentini	martino
1					
2					
3					
4					
rev.	data	descrizione	redatto	controllato	approvato



	REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	S.I.A. - Quadro di riferimento progettuale	PAG. III/154	

INDICE

1. QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE.....	7
2. SCELTE PROGETTUALI ADOTTATE	8
2.1 ALTERNATIVE NEI SISTEMI DI TRATTAMENTO.....	8
2.2 ALTERNATIVE NEI SISTEMI DI TRATTAMENTO DEGLI EFFLUENTI GASSOSI.....	8
2.3 ALTERNATIVE PER LA MINIMIZZAZIONE DEGLI EFFETTI NEGATIVI	9
3. ILLUSTRAZIONE GENERALE DEL PROGETTO PROPOSTO	11
3.1 CARATTERISTICHE DELLA NUOVA LINEA	11
3.2 ALIMENTAZIONE, MONITORAGGIO E STOCCAGGIO RIFIUTI	17
3.2.1 Rilevatore di Radioattività	17
3.2.2 Sistema di ricezione e stoccaggio dei rifiuti	17
3.3 PARAMETRI DI FUNZIONAMENTO E PRESTAZIONI ENERGETICO-AMBIENTALI NUOVA LINEA.....	21
3.4 PROCESSO DI COMBUSTIONE E GENERAZIONE VAPORE	27
3.5 TURBINA A VAPORE E CICLO TERMICO	33
3.6 TURBINA A VAPORE.....	34
3.6.1 Descrizione generale e particolarità costruttive della turbina.....	38
3.7 GENERATORE ELETTRICO	41
3.8 CONDENSAZIONE E ALIMENTO DEL VAPORE	42
3.8.2 Pompe alimento caldaia	44
3.8.3 Stazione di by-pass vapore vivo per alimentazione utenze MP	44
3.8.4 Stazione bypass vapore vivo al condensatore raffreddato ad aria.....	45
3.8.5 Gru a ponte di servizio al turboalternatore e gruppo pompe	45
3.9 IMPIANTI ELETTRICI.....	46
3.9.1 Arrivo linea MT	46
3.9.2 Generatore elettrico MT	46
3.9.3 Trasformazione MT/BT.....	46
3.9.4 Gruppo elettrogeno	46
3.9.5 UPS.....	46
3.9.6 Quadri elettrici MT.....	47
3.9.7 Quadri elettrici BT.....	47
3.9.8 Distribuzione elettrica FM.....	47
3.9.9 Illuminazione.....	47
3.9.10 Impianto elettrico di terra	48
3.9.11 Impianto di rivelazione incendi.....	49
3.9.12 Impianto di diffusione sonora	50
3.9.13 Linee elettriche di cablaggio utenze in campo verso il sistema di controllo (DCS).....	50
3.9.14 Pulsantieri locali per comando impianti.....	50
3.9.15 Circuiti per il sezionamento in caso di emergenza	50
3.9.16 Soluzioni per l'efficienza energetica	51
3.9.17 Sistema di regolazione e controllo	51
3.9.18 Impianti ausiliari.....	56
3.9.19 Esercizio normale ed in emergenza	57
3.10 SISTEMA DI DEPURAZIONE FUMI	60
3.10.1 Generalità sui sistemi di abbattimento degli inquinanti presenti nei fumi	60
3.10.2 Macroinquinanti.....	60
3.10.3 Microinquinanti inorganici	61
3.10.4 Microinquinanti organici	61
3.10.5 Architettura della linea fumi dell'impianto in progetto.....	63
3.10.6 Descrizione sommaria dei componenti la linea fumi.....	64
3.10.7 Scambiatore fumi – condensa (PC).....	69
3.10.8 Ventilatore di estrazione fumi.....	70

	REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	S.I.A. - Quadro di riferimento progettuale	PAG. IV/154	

3.10.9	Camino	70
3.10.10	Stoccaggio reagenti.....	71
3.10.11	Stoccaggio residui solidi	72
4.	VALORI LIMITE.....	73
5.	LA NATURA DEI BENI E DEI SERVIZI OFFERTI	76
6.	GRADO DI COPERTURA DELLA DOMANDA E LIVELLI DI SODDISFACIMENTO DEI FABBISOGNI DI SMALTIMENTO	77
7.	PREVEDIBILE EVOLUZIONE QUALIQUANTITATIVA DEL RAPPORTO DOMANDA OFFERTA.....	78
8.	ARTICOLAZIONE DELLE ATTIVITÀ NECESSARIE ALLA REALIZZAZIONE DELL'OPERA NELLA FASE DI CANTIERE E QUELLE CHE NE CARATTERIZZANO L'ESERCIZIO.	79
8.1	ATTIVITÀ IN FASE DI CANTIERE	79
8.1.1	Accesso al cantiere ed eliminazione interferenze dei flussi di traffico	81
8.1.2	Realizzazione avanfossa	84
8.1.3	Risoluzioni interferenze tra costruzione gestione	84
8.1.4	Adeguamento Fossa esistente	84
8.2	ATTIVITÀ IN FASE DI ESERCIZIO	85
8.2.1	Fase di avviamento della nuova linea.....	85
8.2.2	Gestione a regime dell'impianto.....	87
8.2.3	Capo esercizio	87
8.2.4	Responsabili in turno	87
8.2.5	Operatori in turno – meccanici ed elettrici	88
9.	RISULTATI DELL'ANALISI ECONOMICA COSTI/BENEFICI	91
10.	NORME TECNICHE CHE REGOLANO LA REALIZZAZIONE DELL'OPERA	91
10.1.1	Normative di costruzione e sicurezza	91
10.1.2	Normative ambientali – recupero energetico - varie	92
10.1.3	Varie	93
10.1.4	Normative e codici relativi.....	93
11.	NORME E PRESCRIZIONI DI STRUMENTI URBANISTICI, PIANI PAESISTICI E TERRITORIALI E PIANI DI SETTORE	96
11.1	STRUMENTO URBANISTICO VIGENTE.....	96
11.2	PIANO PAESISTICO E TERRITORIALE.....	97
11.3	PIANI DI SETTORE	100
12.	VINCOLI PAESAGGISTICI, NATURALISTICI, ARCHITETTONICI, ARCHEOLOGICI, STORICO-CULTURALI, DEMANIALI, E IDROGEOLOGICI, SERVITU' ED ALTRE LIMITAZIONI DI PROPRIETÀ.	102
12.1	VINCOLO PAESAGGISTICO AI SENSI DEL DLGS 42/2004 "CODICE DEI BENI CULTURALI E DEL PAESAGGIO" (EX L.1497/1939 E L.431/1985).....	102
12.2	VINCOLI PRECLUSIVI DEFINITI DAL PPR	106
12.3	ALTRI VINCOLI	110
13.	CONDIZIONE DI UTILIZZAZIONE DI RISORSE NATURALI E DI MATERIE PRIME DIRETTAMENTE/INDIRETTAMENTE UTILIZZATE	112
13.1	FASE DI COSTRUZIONE	112
13.1.1	Movimenti di terra	112
13.1.2	I materiali da costruzione che si prevede di impiegare	116
13.2	FASE DI ESERCIZIO	118

	REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	S.I.A. - Quadro di riferimento progettuale	PAG. V/154	

14. QUANTITÀ E CARATTERISTICHE DEGLI SCARICHI IDRICI, DEI RIFIUTI, DELLE EMISSIONI IN ATMOSFERA	118
14.1 EFFLUENTI LIQUIDI	118
14.1.1 <i>Natura degli e effluenti liquidi.....</i>	118
14.1.2 <i>Gestione delle acque reflue industriali e di processo.....</i>	119
14.1.3 <i>Destino delle acque piovane.....</i>	123
14.1.4 <i>Gestione dei reflui civili</i>	129
14.1.5 <i>Ulteriori fabbisogni idrici</i>	129
14.1.6 <i>Vasca di prima pioggia.....</i>	129
14.2 RIFIUTI SOLIDI.....	136
14.3 SCARICHI GASSOSI.....	136
14.4 EMISSIONI ACUSTICHE	151
15. ATTIVITÀ DI MONITORAGGIO.....	154

INDICE DELLE FIGURE

FIGURA 1 PROSPETTI GENERALI DELL'IMPIANTO 1 DI 2	14
FIGURA 2 PROSPETTI GENERALI DELL'IMPIANTO 2 DI 2	15
FIGURA 3 VISTA ASSONOMETRICA GENERALE DELL'IMPIANTO	16
FIGURA 4 SEZIONE DELL'AREA DI RICEVIMENTO E DELLA FOSSA RIFIUTI	17
FIGURA 5 VISTA ASSONOMETRICA AMPLIAMENTO FOSSA RIFIUTI ESISTENTE	18
FIGURA 6 DIAGRAMMA DI COMBUSTIONE	22
FIGURA 7 DETTAGLIO DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI E PROGETTUALI DELL'EDIFICIO AVANFOSSA	25
FIGURA 8 PLANIMETRIA GENERALE. COMPLETA DELLE AREE DI PERTINENZA.....	26
FIGURA 9 DETTAGLIO CARROPONTE ZONA ALIMENTAZIONE COMBUSTIBILE	27
FIGURA 10 SISTEMA DI ESTRAZIONE SCORIE E DEFERRIZZAZIONE DELLE STESSE.....	28
FIGURA 11 SEZIONE LONGITUDINALE DEL SISTEMA GRIGLIA-FORNO-CALDAIA.....	29
FIGURA 12 BILANCIO DI COMBUSTIONE AL CTN	31
FIGURA 13 SCHEMA GENERATORE DI VAPORE	32
FIGURA 14 SCHEMA CICLO TERMICO CON TURBINA A DUE SPILLAMENTI	37
FIGURA 15 SCHEMA DI FLUSSO GENERALE AL CTN	59
FIGURA 16 REAZIONE TRA DUE ANIONI TRICLOROFENOSSIDICI A FORMARE LA 2,3,7,8- TCDD	61
FIGURA 17 SCHEMA FUNZIONALE GENERALE DELLA LINEA FUMI	63
FIGURA 18 SCHEMA QUANTIFICATO LINEA FUMI AL CTN	75
FIGURA 19 SCENARIO "C" DEL PIANO DI GESTIONE DEI RIFIUTI DELLA REGIONE SARDEGNA.....	76
FIGURA 20: PLANIMETRIA GENERALE - AREA CANTIERE - ACCESSI	82
FIGURA 21: LAY-OUT DI DETTAGLIO AREA CANTIERE	83
FIGURA 22: PLANIMETRIA AVANFOSSA - FOSSA.....	84
FIGURA 23: PLANIMETRIA NUOVA LINEA - IMPIANTO DI PRESELEZIONE	84
FIGURA 24 INQUADRAMENTO DEL PROGETTO SULLA TAV. I.G.M. SCALA 1:25.000 FOGLIO N°	96
FIGURA 25 INQUADRAMENTO DELL'AREA DI INTERVENTO NELLA SEZ. N°498140V DELLA CARTA TECNICA REGIONALE SCALA 1:10.000	96
FIGURA 26 STRALCIO DALL'ELABORATO GRAFICO DEL P.U.C. DI MACOMER - TAV.D CON INDICAZIONE DELL'AREA DI INTERVENTO (IN ROSSO).....	97
FIGURA 27:ESTRATTO DALLA TAVOLA 1.2 ASSETTO FISICO DEL PPR REGIONALE CON INDICAZIONE DELL'AREA DI INTERVENTO (QUADRATO ROSSO).....	98
FIGURA 28 ESTRATTO DALLA TAVOLA 2 ASSETTO AMBIENTALE - BENI PAESAGGISTICI E COMPONENTI DI PAESAGGIO DEL PPR REGIONALE CON INDICAZIONE DELL'AREA DI INTERVENTO (QUADRATO ROSSO)	99
FIGURA 29 DELIMITAZIONE GEOGRAFICA DEI DIVERSI SUB AMBITI DELL'ATO DELLA PROVINCIA DI NUORO	100
FIGURA 30 SCENARIO "C" DEL PIANO DI GESTIONE DEI RIFIUTI DELLA REGIONE SARDEGNA.....	101
FIGURA 31 VINCOLO PAESAGGISTICO AI SENSI DEL DLGS 42/2004 "CODICE DEI BENI CULTURALI E DEL PAESAGGIO" (EX L.1497/1939 e L.431/1985) CON INDICAZIONE AREA DI INTERVENTO.....	103
FIGURA 32 VINCOLO PAESAGGISTICO AI SENSI DEL DLGS 42/2004 "CODICE DEI BENI CULTURALI E DEL PAESAGGIO" (EX L.1497/1939 e L.431/1985) CON INDICAZIONE DELL' AREA DI INTERVENTO (BORDO E RETINO ROSSO)	105





	REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	S.I.A. - Quadro di riferimento progettuale	PAG. VI/154	

FIGURA 33 ESTRATTO DALLA CARTA TAV.11 REGISTRO AREE PROTETTE - ALTRE AREE DI SALVAGUARDIA (ELEVATO INTERESSE AMBIENTALE E NATURALISTICO) CON INDICATO L'AMBITO DI INTERVENTO (SEGUE LEGENDA) - FONTE: PIANO DI TUTELA DELLE ACQUE REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA	108
FIGURA 34 POSIZIONE CAVE COMUNE DI MACOMER.....	115
FIGURA 35: SCHEMA GENERALE RIUSO RISORSA IDRICA	119
FIGURA 36 SCHEMA DEL SISTEMA RACCOLTA E STOCCAGGIO	119
FIGURA 37: RETE DI RACCOLTA ACQUE REFLUE INDUSTRIALI E DI PROCESSO.....	120
FIGURA 38: P&ID BUFFER TANK	121
FIGURA 39: RETE DI ADDUZIONE ACQUE INDUSTRIALI.....	122
FIGURA 40: SCHEMA DI GESTIONE E RIUSO ACQUE DEI TETTI	123
FIGURA 41: SCHEMA RETI DI RACCOLTA ACQUE METEORICHE DEI TETTI	125
FIGURA 42: DATI DI PIOGGIA MACOMER	126
FIGURA 43: SCHEMA DI GESTIONE ACQUE DEI PIAZZALI	127
FIGURA 44: SCHEMA RETI DI RACCOLTA ACQUE METEORICHE DEI PIAZZALI	128
FIGURA 45: PIANTA VASCA DI PRIMA PIOGGIA	131
FIGURA 46: SEZIONE VASCA DI PRIMA PIOGGIA	131
FIGURA 47: SCHEMA FUNZIONALE DEL SISTEMA "VASCA DI PRIMA PIOGGIA"	131
FIGURA 48: DIAGRAMMA POTENZA- PORTATA	135
FIGURA 49: DIAGRAMMA PORTATA- PREVALENZA	135
FIGURA 50 VALORI MASSIMI DELLE MEDIE GIORNALIERE PM ₁₀ NELL'ANNO DI RIFERIMENTO	137
FIGURA 51 VALORI MEDI ANNUI DEI PM ₁₀ NELL'ANNO DI RIFERIMENTO	139
FIGURA 52 VALORI MASSIMI DELLE MEDIE ORARIE NO _x NELL'ANNO DI RIFERIMENTO.....	141
FIGURA 53 VALORI MEDI ANNUI DEGLI NO_x NELL'ANNO DI RIFERIMENTO	143
FIGURA 54 MASSIMI DEI VALORI DELLE MEDIE ORARIE SO₂ NELL'ANNO DI RIFERIMENTO	145
FIGURA 55 MASSIMI DEI VALORI MEDI GIORNALIERI DEGLI SO ₂ NELL'ANNO DI RIFERIMENTO.....	147
FIGURA 56 EMISSIONI SONORE DELL'IMPIANTO NELLA SUA NUOVA CONFIGURAZIONE_ CURVE DI ISOCONCENTRAZIONE	153

INDICE DELLE TABELLE

TABELLA 1 CARATTERISTICHE COMBUSTIBILI.....	21
TABELLA 2 DATI DI PROGETTO DELLA NUOVA LINEA DI COMBUSTIONE	21
TABELLA 3 RESE ENERGETICHE.....	22
TABELLA 4 CARATTERISTICHE NOMINALI DI FUNZIONAMENTO DELL'IMPIANTO	23
TABELLA 5 PRINCIPALI CARATTERISTICHE DI FUNZIONAMENTO DELL'IMPIANTO AL CTN	24
TABELLA 6 DATI SALIENTI DEL CICLO TERMICO AL CTN	34
TABELLA 7 INTERVALLI DI PRESENZA DI SOSTANZE D'INTERESSE AMBIENTALE IN COMBUSTIBILI	60
TABELLA 8 FATTORI DI EMISSIONE DI DIOSSINE (TEQ) IN CONFRONTO.....	63
TABELLA 9 RIEPILOGO DEI PRINCIPALI DATI DI FUNZIONAMENTO DELL'ELETTROFILTRO AL CTN	65
TABELLA 10 RIEPILOGO DEI PRINCIPALI DATI DI FUNZIONAMENTO DEL REATTORE DI NEUTRALIZZAZIONE DEI MACROINQUINANTI ACIDI AL CTN	66
TABELLA 11 RIEPILOGO DEI PRINCIPALI DATI DI FUNZIONAMENTO DEL FILTRO A MANICHE AL CTN	67
TABELLA 12 RIEPILOGO DEI PRINCIPALI DATI DI FUNZIONAMENTO DEL SISTEMA SCAMBIATORE- DE NO _x CATALITICO AL CTN	68
TABELLA 13 ESTRATTO DELLA TAV. 7 DEL PIANO FORESTALE AMBIENTALE - CARTA VINCOLO IDROGEOLOGICO-AREE A PERICOLOSITÀ IDROGEOLOGICA – FENOMENI FRANOSI CON INDICAZIONE DELL'AREA DI INTERVENTO	111
TABELLA 14 PIANO CAVE DELLA REGIONE SARDEGNA	114
TABELLA 15 RIEPILOGO DEI VALORI MEDI ANNUI MISURATI DA ARPAS PER GLI NO ₂ E PM ₁₀ SOMMATI ALLE STIME DI AERMOD	148
TABELLA 16 VALORE MAX ORARIO MISURATO DA ARPAS PER GLI SO ₂ SOMMATO ALLA STIMA DI AERMOD	148
TABELLA 17 VALORE MAX GIORNALIERO MISURATO DA ARPAS PER GLI SO ₂ SOMMATO ALLA STIMA DI AERMOD	149
TABELLA 18 VALORE MAX ORARIO MISURATO DA ARPAS PER GLI NO ₂ SOMMATO ALLA STIMA DI AERMOD	149
TABELLA 19 VALORE MAX GIORNALIERO MISURATO DA ARPAS PER LE PM ₁₀ SOMMATO ALLA STIMA DI AERMOD	150



	REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	S.I.A. - Quadro di riferimento progettuale	PAG. 7/154	

1. QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE

Il presente Quadro di Riferimento Progettuale (QRP) riporta le informazioni riguardanti le caratteristiche tecnico ambientali dell'impianto.

Esso è stato strutturato nei seguenti principali capisaldi:

- a) Scelte progettuali adottate: sono presentate le scelte tecniche e tecnologiche adottate per la progettazione dell'impianto sulla base delle specifiche della Stazione Appaltante e le principali alternative progettuali considerate;
- b) Descrizione del progetto, che innanzitutto analizza e motiva le scelte tecnologiche effettuate e descrive, in dettaglio, le scelte progettuali effettuate in sede di progettazione definitiva;
- c) Consumi di risorse naturali, scarichi ed emissioni previste: sono analizzati i consumi determinati dall'impianto relativamente ad acqua, combustibili fossi e materie prime; sono inoltre presentate e quantificate, relativamente a tali comparti, le pressioni ambientali indotte nell'ambiente dall'esercizio e i limiti di qualità adottati;
- d) Cantierizzazione: in cui è descritta la fase di realizzazione dell'impianto;
- e) Attività di monitoraggio: si riporta la sintesi delle attività di monitoraggio ambientale da mettere in atto in fase di esercizio dell'impianto.

	REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	S.I.A. - Quadro di riferimento progettuale	PAG. 8/154	

2. SCELTE PROGETTUALI ADOTTATE

L'analisi della natura e degli obiettivi dell'azione proposta costituisce la condizione indispensabile per la valutazione comparativa con strategie alternative per la realizzazione dell'opera. L'identificazione delle potenziali alternative è dunque lo strumento che consente di esaminare le ipotesi di base, i bisogni e gli obiettivi dell'azione proposta.

In generale, le alternative da valutarsi per la realizzazione di un'opera come quella in oggetto sono le seguenti:

- 1) Alternative strategiche – Sono definite a livello di pianificazione e consistono nell'individuazione di misure atte a prevenire la domanda e in misure alternative per la realizzazione dello stesso obiettivo.
- 2) Alternative nei sistemi di trattamento – Sono state identificate nel progetto dell'intervento. Consistono nell'analisi delle differenti soluzioni progettuali perseguibili, sia per quanto riguarda il sistema di combustione e di recupero energetico, sia per quello di trattamento degli effluenti gassosi.
- 3) Alternativa zero – Corrisponde alla "non realizzazione" dell'opera.
- 4) Alternative di localizzazione – Sono definite a seguito della conoscenza dell'ambiente interessato dall'intervento, mediante l'individuazione delle potenzialità d'uso dei suoli e l'evidenza dei limiti imposti da aree sensibili e da aree critiche.
- 5) Alternative per la minimizzazione degli effetti negativi – Consistono nei possibili accorgimenti tecnologici atti a limitare gli impatti negativi.

Nel caso in esame, parte delle alternative risultano già escluse sia in relazione alle previsioni di pianificazione regionale, sia riguardo alla specificità dell'intervento di adeguamento di un impianto esistente; di conseguenza, non saranno esaminate le alternative strategiche e l'alternativa zero, così come le alternative di localizzazione.

2.1 ALTERNATIVE NEI SISTEMI DI TRATTAMENTO

Nella vigente Pianificazione Regionale¹ è espressamente previsto che l'impianto in questione sia un termovalorizzatore. Detto documento prevede inoltre, come ipotesi primaria, l'impiego di forni a griglia, che considera affidabili e flessibili. Tale indicazione è completamente condivisa dai Proponenti e recepita nella proposta progettuale di gara.

Tali premesse escludono a priori i sistemi di trattamento alternativi normalmente considerati, costituiti da pirolisi/gassificazione e da co-combustione in impianti esistenti.

Una tale indicazione è quindi motivata dalla maggior affidabilità e versatilità dei sistemi dotati di forni a griglia (caratteristiche importanti soprattutto per impianti come quello in oggetto), i quali possono trattare rifiuti molto variabili nel tempo per caratteristiche, pezzatura e composizione: RSU indifferenziato, frazione secca risultante da raccolta differenziata, residui dei trattamenti di recupero delle frazioni differenziate e CSS (Combustibili Solidi Secondari).

I forni a griglia prevedono la combustione del rifiuto su una griglia con opportuna inclinazione, costituita da una serie di elementi (barrotti) alternativamente fissi e mobili, in modo da permettere l'avanzamento e il contestuale rivoltamento del materiale. L'aria primaria di combustione è insufflata attraverso la griglia stessa, con la funzione aggiuntiva di raffreddamento dei barrotti. I fumi di combustione sono addotti verso un canale verticale nel quale l'immissione di nuova aria di combustione (aria secondaria) permette il completamento dell'ossidazione dei sottoprodotti gassosi ancora combustibili.



Nelle moderne applicazioni, per PCI più elevati, il raffreddamento della griglia è ottenuto, in aggiunta all'effetto dell'aria di combustione, impiegando un sistema di circolazione d'acqua all'interno dei barrotti stessi.

2.2 ALTERNATIVE NEI SISTEMI DI TRATTAMENTO DEGLI EFFLUENTI GASSOSI

Nell'ambito degli elaborati posti a base di gara, e parte integrante del Progetto Preliminare, la Stazione Appaltante richiede uno specifico sistema di trattamento fumi, del tipo "a secco", costituito dalle seguenti sezioni:

- a. elettrofiltro, per l'abbattimento del particolato solido da caldaia;
- b. reattore a secco per la neutralizzazione dei macroinquinanti acidi;

¹ Cfr.: "Piano Regionale di Gestione dei Rifiuti - Sezione Rifiuti Urbani" approvato dalla Regione Autonoma della Sardegna con deliberazione della Giunta Regionale N. 73/7 del 20.12.2008

	REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSIOLO	REV. 0	
	S.I.A. - Quadro di riferimento progettuale	PAG. 9/154	

- c. filtro a maniche, per il completamento delle reazioni di deacidificazione e rimozione dei microinquinanti, oltre che il contenimento delle emissioni di polveri;
- d. reattore catalitico di denitrificazione, per la riduzione degli ossidi di azoto.

Riguardo all'eliminazione della componente macroinquinante acida, le tecnologie a secco attualmente in uso comprendono generalmente l'impiego di un reattore di assorbimento, con rifinitura delle reazioni nel sistema depolverante.

L'assorbimento è condotto con l'impiego di un reagente alcalino (calce o bicarbonato di sodio), e i prodotti delle reazioni di neutralizzazione sono separati allo stato secco nel successivo stadio di depolverazione; se, come avviene in genere, il depolveratore finale è costituito da un filtro a maniche, allora in quest'unità si ottiene anche il completamento delle reazioni di neutralizzazione.

Contestualmente alla rimozione dei macroinquinanti acidi si ottiene anche l'eliminazione di quelli di origine organica e i metallici, immettendo nel flusso fumi una sostanza adsorbente, generalmente carbone attivo, con le stesse modalità in cui è insufflato inserito il reagente alcalino.

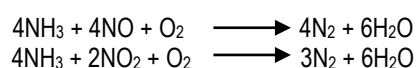
Le tecnologie di filtrazione correntemente utilizzate comprendono i filtri a maniche e quelli elettrostatici. A causa della minore efficienza di questi ultimi, essi sono utilizzati come primo stadio di filtrazione, a monte del sistema di abbattimento dei gas acidi. I filtri a maniche, invece, oltre ai vantaggi legati all'elevatissima efficienza di filtrazione ottenibile, costituiscono a tutti gli effetti un vero e proprio reattore di assorbimento di rifinitura, grazie alla ritenzione del materiale filtrato sulla superficie delle maniche stesse per un tempo sufficiente al completamento delle reazioni di neutralizzazione.

I processi disponibili per il controllo della concentrazione di NO_x sono quelli convenzionalmente adottati per i gas di combustione, e fanno riferimento a tecnologie di riduzione non catalitica (SNCR = "Selective Non Catalytic Reduction") o catalitica (SCR = "Selective Catalytic Reduction").

Nel primo caso, la trasformazione degli NO_x in azoto molecolare è condotta ad alta temperatura, dosando ammoniaca o urea direttamente in camera di combustione.

Nei sistemi di riduzione catalitica selettiva, la conversione degli NO_x avviene a livelli di temperatura più bassi (180-200°C), in virtù dell'utilizzo di opportuni substrati catalitici, in genere a base di ossidi di vanadio, tungsteno e/o platino supportati su titanio.

Il meccanismo complessivo di reazione è schematizzabile come segue:



L'utilizzo di sistemi di riduzione catalitica selettiva consente rendimenti di conversione certamente più elevati, ma pone maggiori problemi di natura impiantistica e gestionale.



Allo stato attuale della tecnologia, l'installazione è preferibilmente collocata a valle dei trattamenti di depolverazione ed assorbimento, per ridurre i rischi di disattivazione del catalizzatore ed incrementarne in tal modo la vita utile. Questa configurazione talvolta richiede il preriscaldamento dei gas sino alle temperature ottimali di esercizio, che avviene mediante bruciatori a gas naturale o scambio termico con vapore di bassa/media pressione: ne consegue un esercizio più oneroso dal punto di vista economico, e complicazione costruttive del sistema stesso.

2.3 ALTERNATIVE PER LA MINIMIZZAZIONE DEGLI EFFETTI NEGATIVI

Le alternative per la minimizzazione degli effetti negativi sono così riassumibili:

Interventi sull'impianto:

- controllo dei rifiuti;
- norme restrittive sulle modalità di trasporto e stoccaggio;
- limitazione dei tempi di stoccaggio;
- alta efficienza degli impianti;
- adozione dei migliori dispositivi per la limitazione delle emissioni in atmosfera.

	REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
S.I.A. - Quadro di riferimento progettuale		PAG. 10/154	

Misure di ripristino e sostituzione:



- limitazione delle interferenze con la viabilità;
- inserimento paesaggistico dell'impianto.

Misure di intervento a livello locale:

- monitoraggio delle emissioni e delle immissioni nel territorio;
- indagini epidemiologiche sulle popolazioni interessate.

Misure normative:

- modifica delle norme per il trattamento dei rifiuti;
- intervento sui valori limiti di emissioni ed immissioni.

	REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	S.I.A. - Quadro di riferimento progettuale	PAG. 11/154	

3. ILLUSTRAZIONE GENERALE DEL PROGETTO PROPOSTO

La Soc. Tossilo con il presente progetto propone la realizzazione di una nuova linea di termovalorizzazione rifiuti da localizzarsi nella stessa area che ospita le due attuali linee di incenerimento, sito posto in località "Tossilo", in area industriale del Comune di Macomer, completa di un sistema di recupero energetico con produzione di energia elettrica.

La nuova centrale sarà essenzialmente costituita da una nuova linea di trattamento e in concomitanza con la sua entrata in esercizio a regime si prevede lo smantellamento delle due linee preesistenti.

Le attuali due linee di incenerimento autorizzate con AIA di cui alla Determina n° 1964/201° della Provincia di Nuoro, sono costituite da due sezioni termiche pressoché identiche ciascuna delle quali con una potenzialità termica nominale di 14,66 MW ed una potenzialità nominale di smaltimento di 3 t/h di sovralli (considerando un PCI di 2 500 kcal/kg), oppure 5,2 t/h di RSU tal quale.

La fossa di accettazione dei RSU tal quali, comune alle due attuali linee, ha un volume a raso di 960 mc, corrispondenti a circa 500 ton, mentre la fossa di stoccaggio della frazione di sopravaglio prodotta dalla adiacente selezione dei RSU tal quali, ha un volume pari a 720 mc con capacità di circa 300 ton.

Le fosse esistenti sono servite da due carroporti, dotati di una benna a polipo della portata di 10 t; entrambi i carroporti possono alimentare la linea di selezione e le due linee di termovalorizzazione. I rifiuti in ingresso nella fase di accettazione vengono pesati e registrati e poi stoccati nella fossa di ricevimento denominata "Fossa RU". La fossa è tenuta in depressione mediante ventilatori e l'aria aspirata viene convogliata ai forni come aria di processo. Le aperture per lo scarico dei rifiuti sono munite di serrande che vengono chiuse al finire delle operazioni di conferimento/scarico. Per la movimentazione dei rifiuti si dispone di due sistemi carroporte con benna manovrabili da due distinte cabine di comando/controllo.

Il raffreddamento dei gas di combustione, per ciascuna linea esistente, avviene in un generatore di vapore a recupero, a tubi d'acqua, che è in grado di produrre 4,5/5 t/h di vapore surriscaldato a 38 bar e 370°C.

Il vapore prodotto dai due attuali generatori di vapore viene inviato ad un impianto di produzione di energia elettrica, che comprende una turbina a vapore a condensazione, azionante un alternatore della potenza nominale di 2 MW.

Ciascuna delle linee esistenti è dotata di proprio sistema di depurazione fumi costituito da:

- reattore a semisecco per l'assorbimento degli acidi alogenati presenti nei fumi con utilizzo di un reagente alcalino come il latte di calce;
- dosatore pneumatico di carbone attivo per l'assorbimento dei microinquinanti organici clorurati (diossine);
- -filtro a maniche in grado di trattenere le ceneri di combustione, i carboni attivi e i prodotti di reazione degli acidi alogenati;
- un reattore catalitico con dosaggio di soluzione ammoniacale per la denitrificazione (sistema DeNOx) dei fumi di combustione;
- un camino per la dispersione dei fumi depurati in atmosfera;
- un inertizzatore a matrice cementizia per l'inertizzazione delle ceneri leggere.



3.1 CARATTERISTICHE DELLA NUOVA LINEA

Il nuovo impianto in oggetto, costituito da una sola linea di produzione, è progettato per operare alla condizione di normale esercizio continuo e prevede un'attività, al massimo carico di esercizio, variabile, in termini di tonnellate di rifiuto incenerite, in funzione esclusivamente della tipologia del rifiuto e del suo potere calorifico.

La potenzialità giornaliera della nuova linea sarà pari a 7,64 t/h, corrispondenti a 183,6 t/d e 61 120 t/a, di rifiuto smaltito con una produzione di energia termica, al CTN, pari a 27,97 MW con una potenza resa ai morsetti del generatore pari a 7,06 MW con una produzione annua di energia elettrica di circa 56 480 MWh.

In particolare il proponente precisa che il progetto delle opere è stato sviluppato per conseguire i seguenti obiettivi principali:

- garantire una capacità di smaltimento rifiuti a valenza combustibile pari a ~61.000 t/anno;
- consentire il trattamento delle scorie per il recupero delle parti ferrose;

	REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	S.I.A. - Quadro di riferimento progettuale	PAG. 12/154	

- assicurare la continuità di esercizio della centrale in modo da ridurre al minimo, in caso di guasti o di manutenzioni di componenti dell'impianto, il ricorso alla discarica;
- ridurre al minimo il consumo di acqua e la produzione di reflui liquidi;
- utilizzare tecnologie consolidate ed affidabili per la combustione dei rifiuti, per il recupero e l'utilizzo del calore prodotto, per la depurazione dei fumi di combustione e per il controllo delle emissioni;
- massimizzare l'energia elettrica producibile dalla combustione dei rifiuti;
- ridurre al minimo i materiali di risulta della centrale da inviare a discarica;
- ridurre al minimo l'impiego del personale di conduzione tramite automazione dell'impianto;
- ridurre al minimo le emissioni acustiche sia in valore assoluto, sia come valore incrementale della situazione attuale;
- curare l'impatto architettonico degli impianti ed apparecchi installati all'esterno dei fabbricati;
- realizzare una centrale ad elevata automazione, in modo da ridurre al minimo la necessità di interventi manuali in campo e conseguentemente garantire un'efficiente protezione nei riguardi sia della sicurezza delle apparecchiature e delle persone, sia della salute degli operatori.

Nello sviluppo del progetto sono state seguite le indicazioni riportate nelle MTD relative agli impianti di incenerimento facendo riferimento al *D.M. 29 Gennaio 2007 "Emanazione di linee guida per l'individuazione e l'utilizzazione delle migliori tecniche disponibili in materia di gestione dei rifiuti, per le attività elencate nell'allegato I del decreto legislativo 18 febbraio 2005, n. 59"*, pubblicato nella G.U. n. 133 del 7 Giugno 2007, sezione relativa agli impianti di incenerimento.

Le principali scelte progettuali adottate che implicano l'applicazione di tecnologie già selezionate come candidate a divenire B.A.T. per l'incenerimento dei rifiuti:

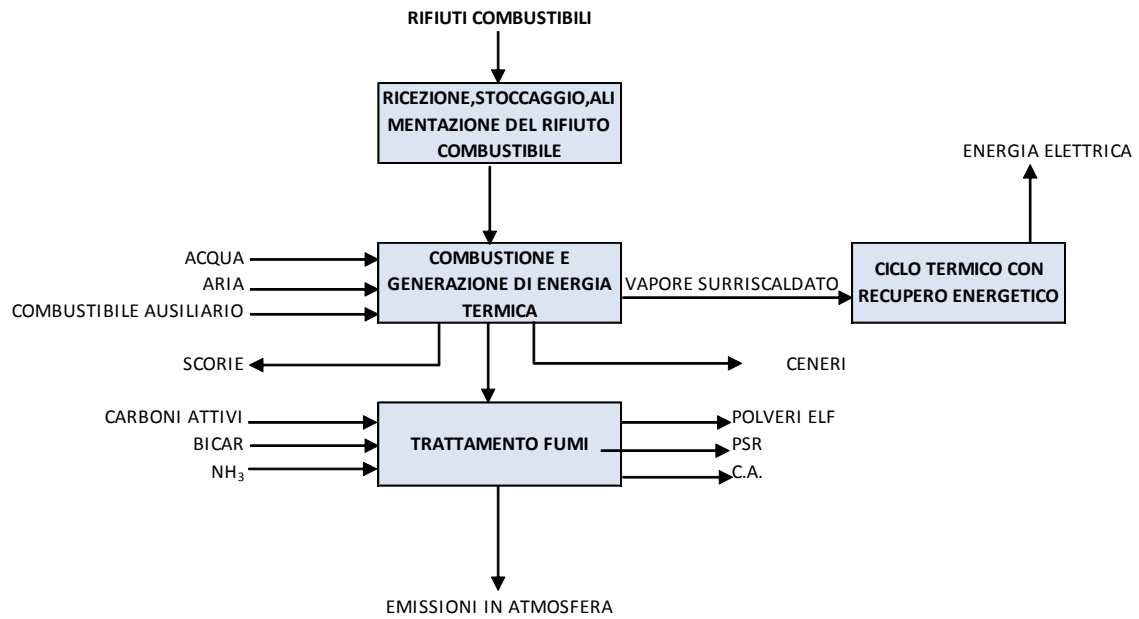
- realizzazione di una avanfossa, chiusa e posta in depressione in grado di eliminare ogni possibile impatto in fase di conferimenti dall'esterno;
- utilizzo di un sistema di combustione dei rifiuti a griglia;
- adozione di un sistema di depurazione dei fumi di combustione, costituito da:
 - elettrofiltro
 - reattore di assorbimento a secco
 - iniezione carboni attivi e bicarbonato
 - filtro a maniche
 - sistema di ricircolo fumi
 - scambiatore per controllo temperatura all'SCR
 - Reattore catalitico SCR
 - Recuperatore di coda per preriscaldamento condense
 - Ventilatore esaustore
 - camino

La nuova linea di termoutilizzazione in progetto, che sarà realizzata in adiacenza a quelle esistenti, si collegherà alle seguenti reti di servizi ausiliari già presenti:

- viabilità, da completare e migliorare;
- rete alimentazione idrica;
- rete alimentazione metano;
- rete fognaria.

L'impianto oggetto del presente SIA è costituito da una nuova linea di termovalorizzazione, che come già evidenziato, andrà a sostituire le due esistenti successivamente avviate a dismissione a seguito dell'avvio della nuova linea, articolata nei seguenti principali ambiti funzionali, come rappresentato nello schema a blocchi seguente.

- Ambito funzionale 1 - AREA 100 - Ricevimento, stoccaggio e movimentazione rifiuti
- Ambito funzionale 2 - AREA 200 - Combustione e recupero termico
- Ambito funzionale 3 - AREA 400 - Recupero energetico
- Ambito funzionale 4 - AREA 300 - Trattamento fumi
- Ambito funzionale 5 - AREA 500 - Ausiliari vari



I dati e le caratteristiche principali di tali ambiti funzionali sono, nei limiti delle finalità di interesse del presente SIA, illustrati nei successivi paragrafi.

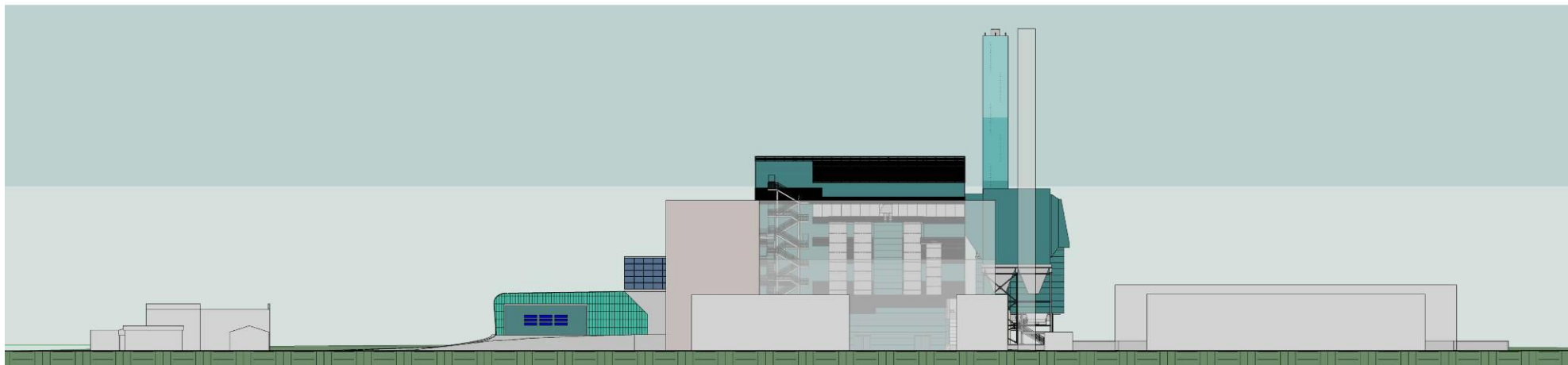


Figura 1 Prospetti generali dell'impianto 1 di 2



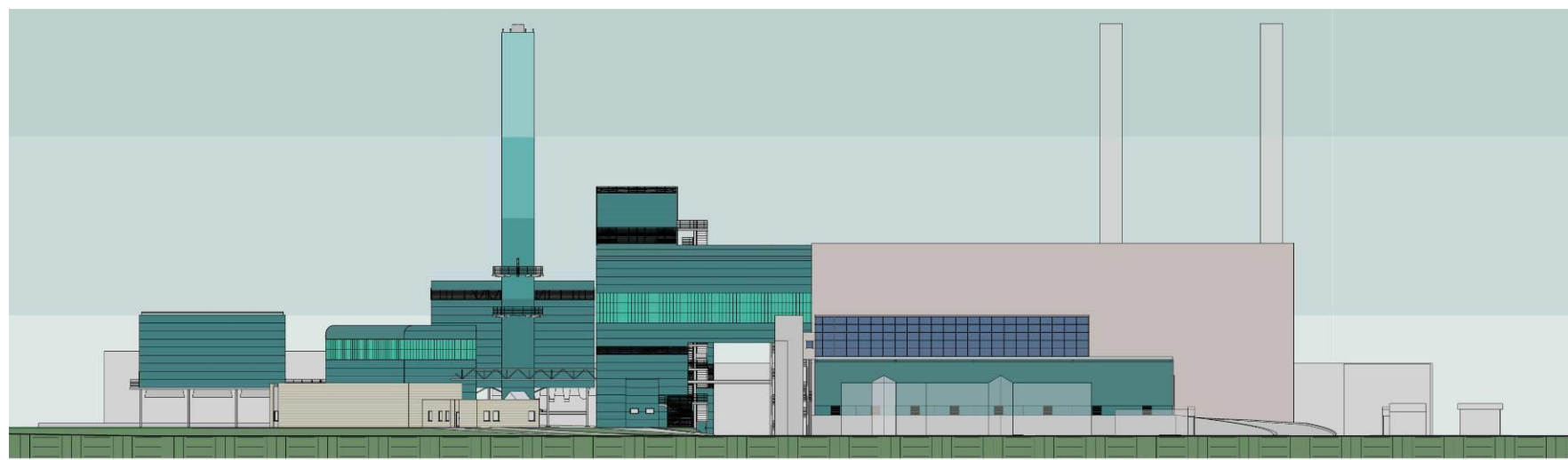


Figura 2 Prospetti generali dell'impianto 2 di 2

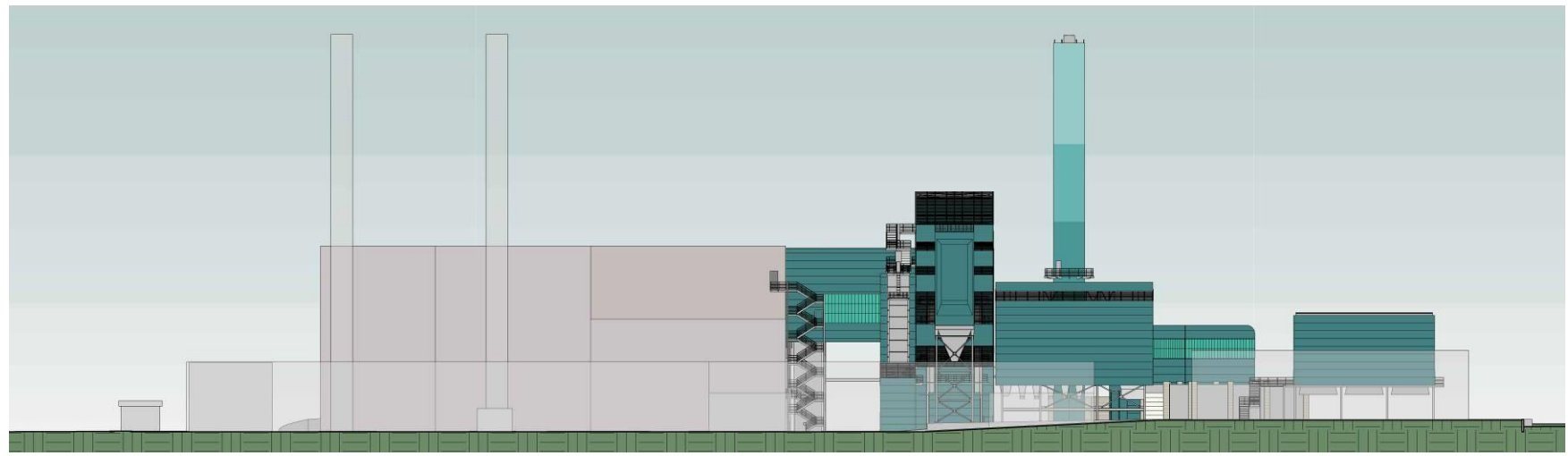






Figura 3 Vista assometrica generale dell'impianto

	REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	S.I.A. - Quadro di riferimento progettuale	PAG. 17/154	

3.2 ALIMENTAZIONE, MONITORAGGIO E STOCCAGGIO RIFIUTI

Restano immutate le attuali modalità di conferimento dei RU, utilizzando gli accessi, le opere esistenti, e tutta la linea di conferimento e selezione; è previsto l'inserimento sul percorso di accesso all'impianto esistente di un portale per la rilevazione di elementi potenzialmente radioattivi.

3.2.1 Rilevatore di Radioattività

È previsto, come fase di controllo per tutti i veicoli in ingresso, il passaggio attraverso un sistema per la rilevazione di eventuali elementi radioattivi presenti nei carichi, installato a monte del sistema di pesatura fiscale.

L'impianto di rilevazione è costituito da un portale dotato di rilevatori che consentono, al passaggio a bassa velocità dei mezzi in conferimento (max. 5.0 km/h), di captare la presenza di radionuclidi emettitori, frammisti ai normali rifiuti, e di dare istantaneamente il conseguente allarme.

La misura è eseguita in continuo da ognuno dei rilevatori costituenti l'impianto, ed è conteggiata a intervalli prestabiliti (< 10 s).

I dati conteggiati nell'intervallo sono mostrati sul video del computer di gestione dello strumento, posto nel locale adibito alla gestione dei rifiuti in ingresso, sotto forma di tabella e di grafico; tutti i dati sono memorizzati automaticamente e resi disponibili per successive analisi.

Non appena individuato, per ogni eventuale carico contenente sostanze radioattive:

- a. saranno poste in atto le procedure di gestione del caso, concordate preventivamente con le autorità competenti alla sorveglianza;
- b. sarà inviata informativa all'Autorità competente.

3.2.2 Sistema di ricezione e stoccaggio dei rifiuti

La sezione d'impianto che costituisce il sistema ricezione, stoccaggio e alimentazione rifiuti, rappresentate nelle figure seguenti può essere ricondotta a tre principali funzioni:

- ricezione dei rifiuti (piazzale avanfossa);
- stoccaggio dei rifiuti;
- alimentazione dei rifiuti alle linee di combustione.

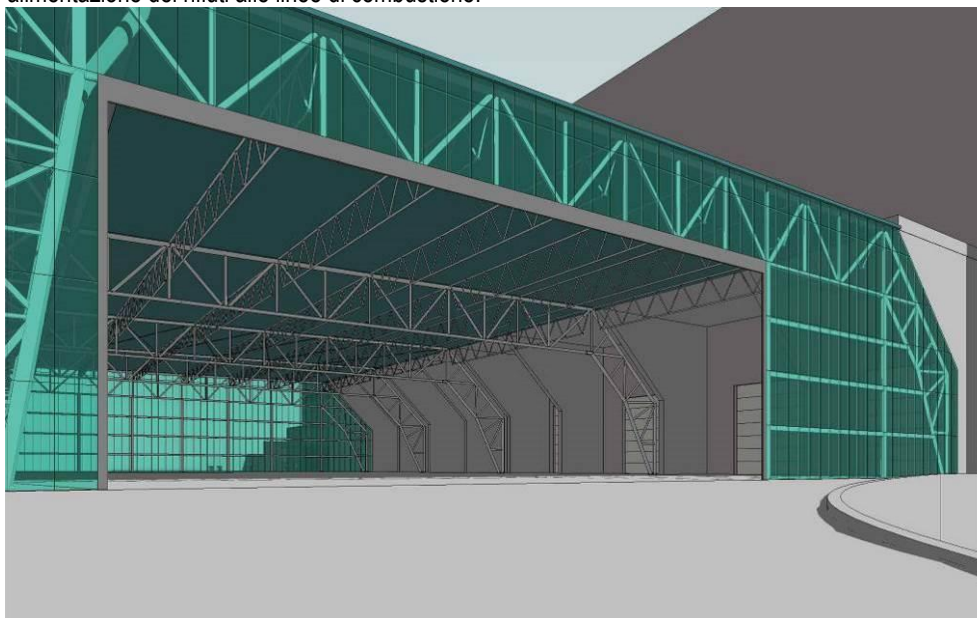


Figura 4 Sezione dell'area di ricevimento e della fossa rifiuti

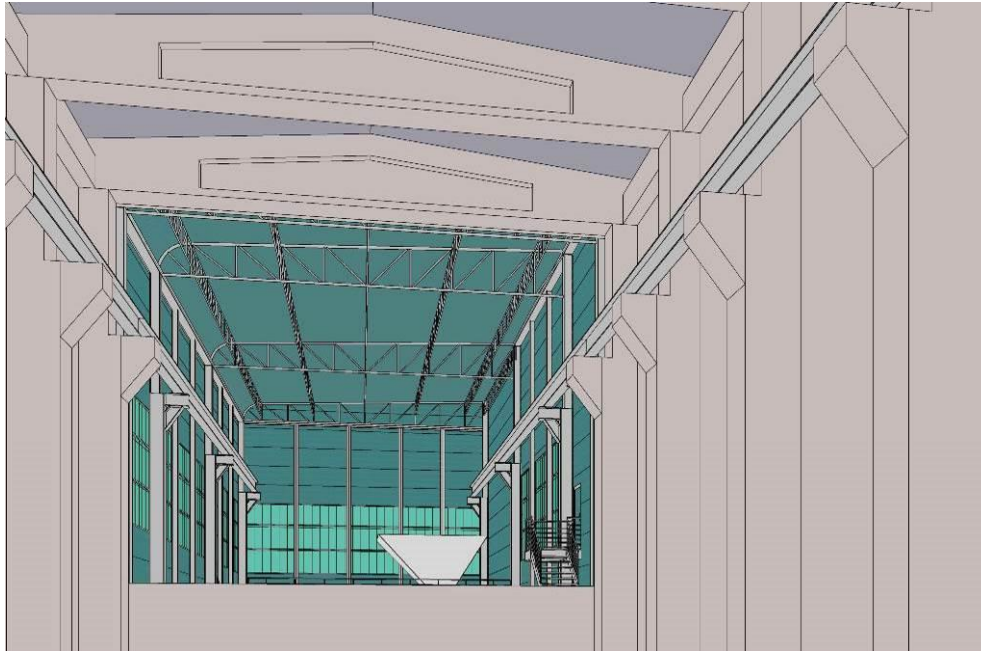


Figura 5 Vista assometrica ampliamento fossa rifiuti esistente

Il piazzale prospiciente i portoni della fossa di stoccaggio del rifiuto combustibile sarà completamente coperto, e posto in depressione dal ventilatore aria primaria del forno di combustione, per evitare la possibile diffusione di odori all'esterno. La struttura di chiusura di detto piazzale è prevista in acciaio tubolare debitamente trattato contro la corrosione e ai fini di una adeguata resistenza al fuoco.





E' previsto che l'aria estratta per effetto dei previsti ricambi in detto edificio, pari a circa 30 000 m³/h, sia utilizzata quindi quale aria primaria di combustione. E' altresì previsto un sistema di deodorizzazione, alternativo costituito da una barriera osmogenica, nel caso di fermo linea.

La barriera osmogenica prevista in progetto funziona utilizzando acqua di diluizione e prodotti specifici. Tali prodotti hanno al loro interno gruppi sufficientemente idrofobici costituiti da catene di idrocarburi piuttosto lunghe che, con le loro proprietà, sono in grado di formare in grandi aggregati molecolari di vario tipo detti micelle. Nel pool di miscela non compaiono composti tradizionali ma composti che sfruttano i risultati più recenti della chimica supramolecolare; Il meccanismo di azione non si basa più su una reazione chimica tra la molecola che genera cattivo odore ed il componente attivo, ma su una vera e propria azione di detergenza. Analogamente a quanto avviene nella detergenza in fase acquosa, ciò che si verifica in fase gassosa, porta al risultato che le molecole osmogeniche vengono sottratte definitivamente all'ambiente senza ricorrere ad una vera e propria trasformazione chimica, ma semplicemente per bloccaggio all'interno ed ancoraggio all'esterno, di nanostrutture dalle quali non possono più essere liberate.

La barriera osmogenica prevista in progetto è caratterizzata dai seguenti principali elementi:

- Elevata resa deodorizzante;
- Non vengono immessi nell'ambiente, spesso in forma respirabile quelle sostanze chimiche, veri e propri reagenti, che hanno il compito di bloccare chimicamente le molecole maleodoranti;
- Non vengono utilizzate sostanze che, reagendo chimicamente, producono prodotti secondari spesso più pericolosi delle sostanze maleodoranti da cui provengono;
- I componenti presenti non si ossidano e non si alterano all'aria, infatti, la natura chimica di tali componenti, è tale da essere classificato come prodotto biodegradabile, caratteristica questa irrinunciabile per l'applicazione in campo ecologico.
- Non dovendo più ricorrere al bloccaggio per reazione chimica, non s'incorre nel pericolo di un successivo ripristino della molecola maleodorante di origine.
- Non s'incorre nel pericolo di rendere inattivo il prodotto per effetto dell'umidità, perché addirittura i componenti, per espletare la loro azione, necessitano proprio di un ambiente acquoso.

	REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	S.I.A. - Quadro di riferimento progettuale	PAG. 19/154	

- I componenti non sono particolarmente fotoreattivi ed il meccanismo di azione non viene influenzato dalla radiazione solare.
- Gli olii essenziali naturali hanno lo scopo tecnico di funzionare come indicatori olfattometrici di diluizione ottimale.

3.2.2.1 Stoccaggio rifiuti

Lo stoccaggio del combustibile per l'alimentazione alla nuova linea di termovalorizzazione, è effettuato utilizzando l'attuale esistente fossa di accumulo.

I volumi già disponibili per lo stoccaggio del rifiuto combustibile risultano:

Fossa stoccaggio RSU

- lunghezza: 20,0 m
- larghezza: 9,5 m
- altezza piattaforma di scarico – fondo della fossa: 6,50 m
- altezza tramoggia – fondo della fossa: 16,5 m
- Volume "geometrico": 1.240 m³
- Volume "accatastamento max": 3.150 m³

assumendo

- peso specifico dei rifiuti pari a circa: 350 kg/m³
- portata media RSU smaltita: 7,6 t/h

ne consegue una capacità di stoccaggio:

- "geometrico": 2,5 gg
- "accatastamento max": 6 gg

Fossa stoccaggio sovralli:

- lunghezza: 15,0 m
- larghezza: 9,5 m
- altezza piattaforma di scarico – fondo della fossa: 6,50 m
- altezza tramoggia – fondo della fossa: 16,5 m
- volume "geometrico": 930 m³
- volume "accatastamento max": 2.350 m³

assumendo

- peso specifico dei rifiuti pari a circa: 350 kg/m³
- portata media RSU smaltita: 7,6 t/h

ne consegue una capacità di stoccaggio:

- "geometrico": 2 gg
- "accatastamento max": 4,5 gg

Naturalmente, è stata prevista una chiusura ermetica dei punti di scarico in fossa dei rifiuti, con azionamento con comando semaforico, utilizzando le attuali porte d'accesso a saracinesca, al fine di limitare le fuoriuscite di odore.

3.2.2.2 Alimentazione dei rifiuti alla linea di combustione

Il sistema esistente è già dotato di n. 2 carroponete, di cui uno in costante esercizio e l'altro di riserva, che si muovono per tutta la lunghezza della fossa esistente.

Tenuto conto che non sono previste modifiche alla fossa di accumulo già esistente, le vie di corsa saranno semplicemente prolungate sino alla tramoggia del nuovo forno, fermo restando che l'operatività continuerà a essere garantita dall'attuale posto di manovra - cabina di comando, nonché da nuovo posto di manovra, aggiuntivo ed alternativo, posizionato in sala di controllo.

Il prolungamento dell'attuale edificio fossa sino al punto di conferimento (tramoggia nuovo forno) si svilupperà in un dedicato tunnel sopraelevato, per la cui descrizione si rimanda all'ambito di pertinenza delle opere civili.

I carro ponte, oggetto di revisione completa, hanno efficienti sistemi di anticollisione.

Sono stati previsti idonei punti di calo benna e spazi per parcheggio delle stesse ad entrambe le estremità delle vie di corsa. Ciò al fine di garantire tutte le attività manutentive o necessità di fuori servizio, senza intralciare le normali operazioni di carico.

Si prevede inoltre un sistema automatico di guida del carro ponte nell'area del tunnel sopraelevato e del sistema di carico, onde evitare malfunzionamenti e collisioni.

I dati di esercizio risultano:

- massima portata da caricare nelle 24 h ~185 t
- massima lunghezza di lavoro delle vie di corsa ~86 m

3.2.2.3 Zona di accumulo ed evacuazione scorie

Al fine di contenere lo sporco derivante dalla movimentazione delle scorie umide scaricate dal trasportatore a bagno d'acqua, è stato previsto di confinare le stesse in una fossa dedicata di adeguata capacità.

Fossa stoccaggio scorie:

- lunghezza: 8,40 mt
- larghezza: 5,90 mt
- altezza fondo della fossa: 4,00 mt
- volume "geometrico": 198 m³
- volume "accatastamento max": ~210 m³

assumendo

- peso specifico delle scorie pari a circa: 1 t/m³
- portata media scorie prodotte: 0,912 t/h

ne consegue un fabbisogno di capacità di stoccaggio giornaliero pari a circa 24 m³:

Per garantire una capacità di stoccaggio di 8 gg. occorreranno circa 175 m³, come risulta dalla tabella seguente:

dimensionamento stoccaggi rifiuti e prodotti				
rifiuto/prodotti	γ	autonomia	produzione nelle 24h	Volume min.
	(t/m ³)	(gg)	(t/g)	(m ³)
scorie	1	8	21,90	175,16

Cautelativamente la fossa scorie è stata dimensionata per 200 m³.

Le scorie sono quindi movimentate ed evacuate dalla fossa mediante un nuovo carro ponte dedicato con vie di corsa che si posizionano a una quota inferiore rispetto al carro ponte di alimentazione del rifiuto al forno.

Si prevede che lo stoccaggio delle scorie evacuate dal forno sia effettuato in un volume aggiuntivo posto a lato dell'attuale edificio di preselezione, senza alcuna riduzione della capacità di accumulo dello stesso.

3.3 PARAMETRI DI FUNZIONAMENTO E PRESTAZIONI ENERGETICO-AMBIENTALI NUOVA LINEA

La variabilità del Potere Calorifico dei rifiuti in ingresso all'impianto è stata assunta, sulla base delle indicazioni del progetto preliminare della Stazione Appaltante, nel range di ~ 9.200 kJ/kg e 18.900 kJ/kg.

COMBUSTIBILI E DATI AMBIENTALI						
Combustibili e calcolo del potere calorifico						
Combustibile	PM	U.M.	L	D	M	H
			MISCELA COMBUSTIBILE			
C	12,011	kg/kg	0,27000	0,30000	0,33560	0,41100
H ₂	2,016	kg/kg	0,02000	0,03000	0,04880	0,06000
O ₂	32,000	kg/kg	0,15000	0,16000	0,25420	0,15000
N ₂	28,014	kg/kg	0,00684	0,00210	0,00001	0,01300
S	32,066	kg/kg	0,00100	0,00100	0,00100	0,00100
Cl	35,457	kg/kg	0,00700	0,00700	0,00700	0,00700
F	19,000	kg/kg	0,00001	0,00001	0,00001	0,00001
H ₂ O	18,016	kg/kg	0,34110	0,30000	0,21780	0,18270
Ceneri	-	kg/kg	0,20405	0,19989	0,13560	0,17529
Σ	-	kg/kg	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
PCI_calcolato		kJ/kg	9.091	11.212	13.296	18.935
PCI_set		kJ/kg	9.200	11.300	13.180	18.900

Tabella 1 Caratteristiche combustibili

La linea di termovalorizzazione oggetto del presente SIA è stata dimensionata per un carico termico nominale (CTN) pari a **27.972 MW**, e una capacità di trattamento pari a circa 7,64 t/h corrispondenti a 183,36 t/g e 61.120 t/a di rifiuti, con un potere calorifico medio di 13.180 kJ/kg (combustibile tipo "M"), così come espressamente richiesto dalla Stazione Appaltante.

Dati di progetto della linea	
n° linee	1
capacità oraria di progetto della linea	7,64 t/h
tipo di combustibile	M
PCI di progetto	13.180 kJ/kg
Potenza termica corrispondente	27.972 kW
gg/y di funzionamento effettivo	333 n°
capacità giornaliera di combustione	183,36 t/d
capacità annua di combustione	61.120 t/a
h/y di funzionamento continuo	8.000 n°
disponibilità prevista d'impianto	91,3 %

Tabella 2 Dati di progetto della nuova linea di combustione

La scelta del processo e delle parti dell'impianto è improntata al criterio della massima affidabilità. Infatti, l'impianto è stato concepito con materiali, dotazioni e linee guida tali da salvaguardarne l'integrità, anche in caso di guasto dei singoli componenti, errori di manovra, avarie del sistema di regolazione e controllo. Tutte le apparecchiature sono state selezionate secondo criteri di semplicità e robustezza, per condizioni gravose di lavoro, nell'ottica sempre di garantire un'agevole attività manutentiva.

Inoltre, l'impianto è stato progettato assumendo come obiettivi principali le prestazioni ambientali, la continuità di funzionamento e l'ottimizzazione del rendimento energetico, minimizzando l'impatto degli interventi sulla parte esistente.

Il combustibile utilizzato è costituito principalmente da rifiuti solidi urbani aventi un potere calorifico compreso nel range indicato in tabella 1, e riportato anche nell'allegato diagramma di combustione.

Il diagramma correla la portata di combustibile alimentata al forno (riportata in ascissa), con la potenza termica generata dalla combustione (riportata in ordinata), individuando il campo dei valori di potenza termica e di carico ponderale alimentabile, all'interno del quale la combustione stessa può avvenire regolarmente.

Il grafico è attraversato da un fascio di rette parametriche, ciascuna delle quali corrisponde a un determinato valore di PCI del combustibile: fra queste, quelle corrispondenti a 9,2 e a 18,9 MJ/kg, rappresentano rispettivamente il minimo e il massimo P.C.I. accettabile per il forno individuato.

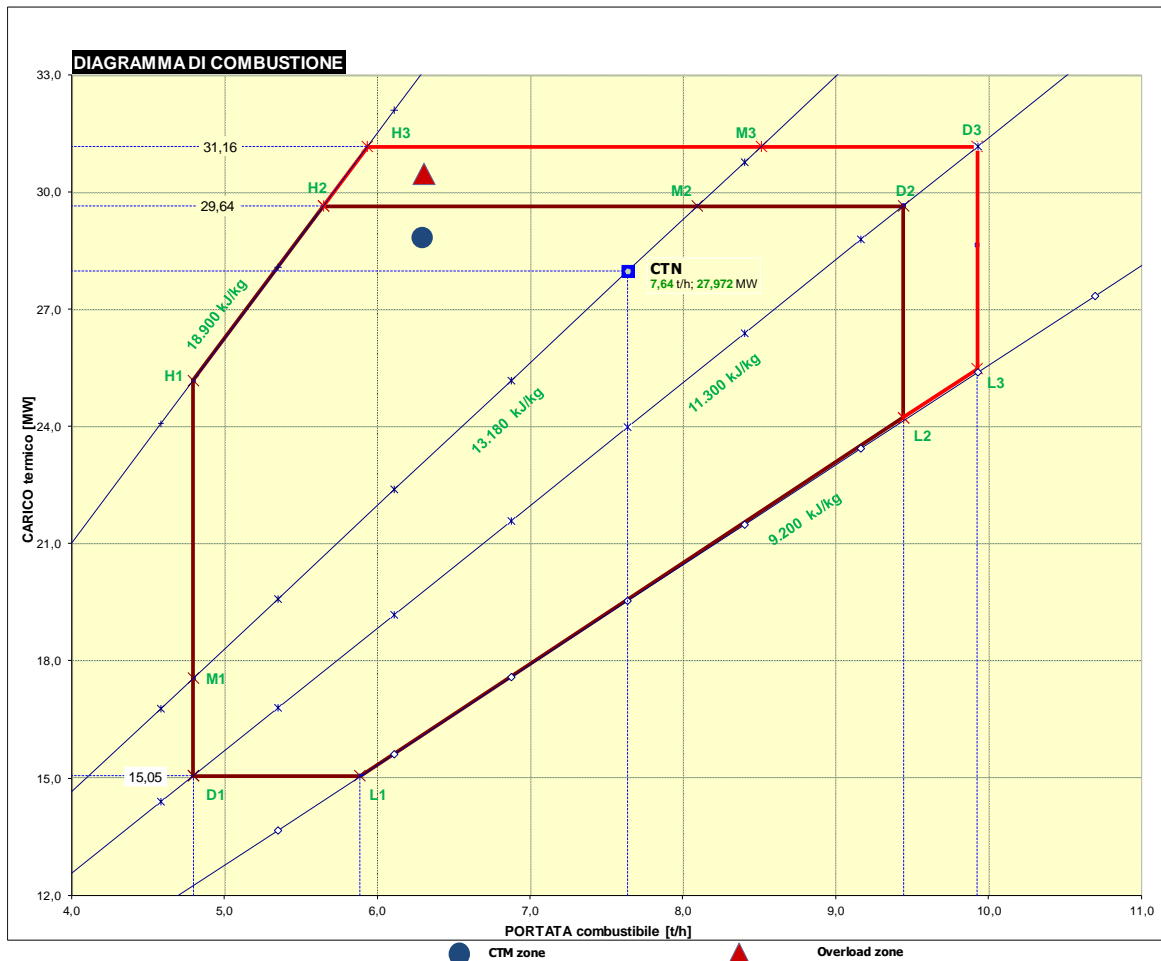


Figura 6 Diagramma di combustione



Il diagramma di combustione evidenzia, fra l'altro, la condizione di funzionamento di riferimento (CTN), rappresentata sulla retta a 13,18 MJ/kg, alla quale corrisponde un carico termico di 27,972 MW e una portata di combustibile alimentato alla linea di 7,64 t/h.

L'area definita "Overload zone", risulta caratterizzata da portate e carichi termici che è possibile mantenere in maniera continuativa per non oltre 4 h consecutive.

Al CTN (punto di funzionamento al carico termico nominale), il rendimento lordo di impianto (dato dal rapporto tra energia elettrica generata ai morsetti dell'alternatore e carico termico in ingresso) si assesta al 25,71%.

POTENZA E RENDIMENTI		
Potenza in entrata al generatore	7.191 kW	7,19 MW
Potenza ai morsetti del generatore	7.090 kW	7,09 MW
Autoconsumo utenze impianto	1.000 kW	1,00 MW
Produzione netta energia elettrica	6.061 kW	6,06 MW
Potenza termica ingresso impianto	27.972 kW	27,97 MW
Rendimento di caldaia	83,87 %	
Rendimento combustore	81,56 %	
Rendimento lordo impianto	25,71 %	
Rendimento netto impianto	21,67 %	

Tabella 3 Rese energetiche

	REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSIOLO	REV. 0	
	S.I.A. - Quadro di riferimento progettuale	PAG. 23/154	

Il raggiungimento di tale valore è reso possibile grazie all'utilizzo di una turbina a vapore a elevato rendimento, e per effetto di un'ottimizzazione particolarmente attenta del ciclo termico.

L'impianto è definito dalle caratteristiche nominali di funzionamento riportate nella tabella seguente, riferite al CTN. La linea di combustione è inoltre in grado di funzionare con rifiuti di diverso potere calorifico, all'interno del diagramma di combustione riportato in precedenza.

Potenzialità della linea	7,64	t/h
P.C.I. nominale rifiuto	13.180	kJ/kg
Carico termico input	27.672	kW
Produzione vapore out caldaia	32,11	t/h
Pressione vapore out caldaia	50	bar.a
Temperatura vapore out caldaia	410	°C
Portata volumetrica umida fumi, con ricircolo	~68644	Nm ³ /h

Tabella 4 Caratteristiche nominali di funzionamento dell'impianto al CTN. Sezione di combustione e produzione di vapore

Contenuti di O ₂ nei gas di combustione (umidi) all'uscita della camera di post-combustione (valore di progetto)	8,16	% (in vol.)
Tempo di permanenza a valle dell'ultima iniezione d'aria (valore di progetto)	>2/950	sec / °C
Temperatura ingresso aria primaria	140	°C
Temperatura ingresso aria secondaria	24	°C
Carico termico da rifiuto	27,972	MW
Portata dei gas di combustione ¹⁾	68 644	Nm ³ /h
Concentrazioni attese inquinanti nei fumi al camino (11% O ₂ , gas secchi)		
NO _x	30	mg/Nm ³
PTS	0,75	mg/Nm ³
SO ₂	2,9	mg/Nm ³
HCl	3	mg/Nm ³
HF	0,02	mg/Nm ³
NH ₃	7,91	mg/Nm ³
Pressione vapore surriscaldato (out caldaia)	50	bar.a
Temperatura vapore surriscaldato (out caldaia)	410	°C
Produzione vapore	32,305	t/h
Temperatura dei gas di combustione out caldaia	195	°C
Residui ³⁾		
Scorie+incombusti da fondo griglia	0,912	t/h
Ceneri volanti di caldaia	0,0446	t/h
Poveri da ELF	0,101	t/h
PSR	0,181	t/h
SCR		
Tipo di reagente	NH ₃ al 25 %	
NO _x di progetto IN/OUT (gas secchi)	551/41 @11%O ₂	mg/Nm ³
Consumo atteso di reagente	52,9	kg/h
1) Portata in volume di gas di combustione calcolata al CTN con la composizione elementare del combustibile di progetto. 2) Riferita al flusso termico totale in ingresso. 3) La quantità di residui si modifica in relazione alla composizione del combustibile. Detti valori devono essere considerati come attesi.		

Tabella 5 Principali caratteristiche di funzionamento dell'impianto al CTN

I principali ambiti funzionali che compongono l'impianto sono:

- a. nuovo edificio avanfossa per la ricezione rifiuti;
- b. fossa stoccaggio rifiuti (esistente);
- c. linea di combustione a griglia;
- d. generatore di vapore surriscaldato e ciclo termico associato;
- e. sistema di produzione di energia elettrica;
- f. linea di depurazione fumi;
- g. impianti elettrici;
- h. sistema di regolazione e controllo.
- i. sistemi ausiliari (aria compressa, acqua industriale, produzione acqua demineralizzata, combustibile ausiliario, HVAC, ecc.).



Figura 7 Dettaglio degli elementi strutturali e progettuali dell'edificio avanfossa

Nella Figura seguente è riportata la planimetria generale di impianto.

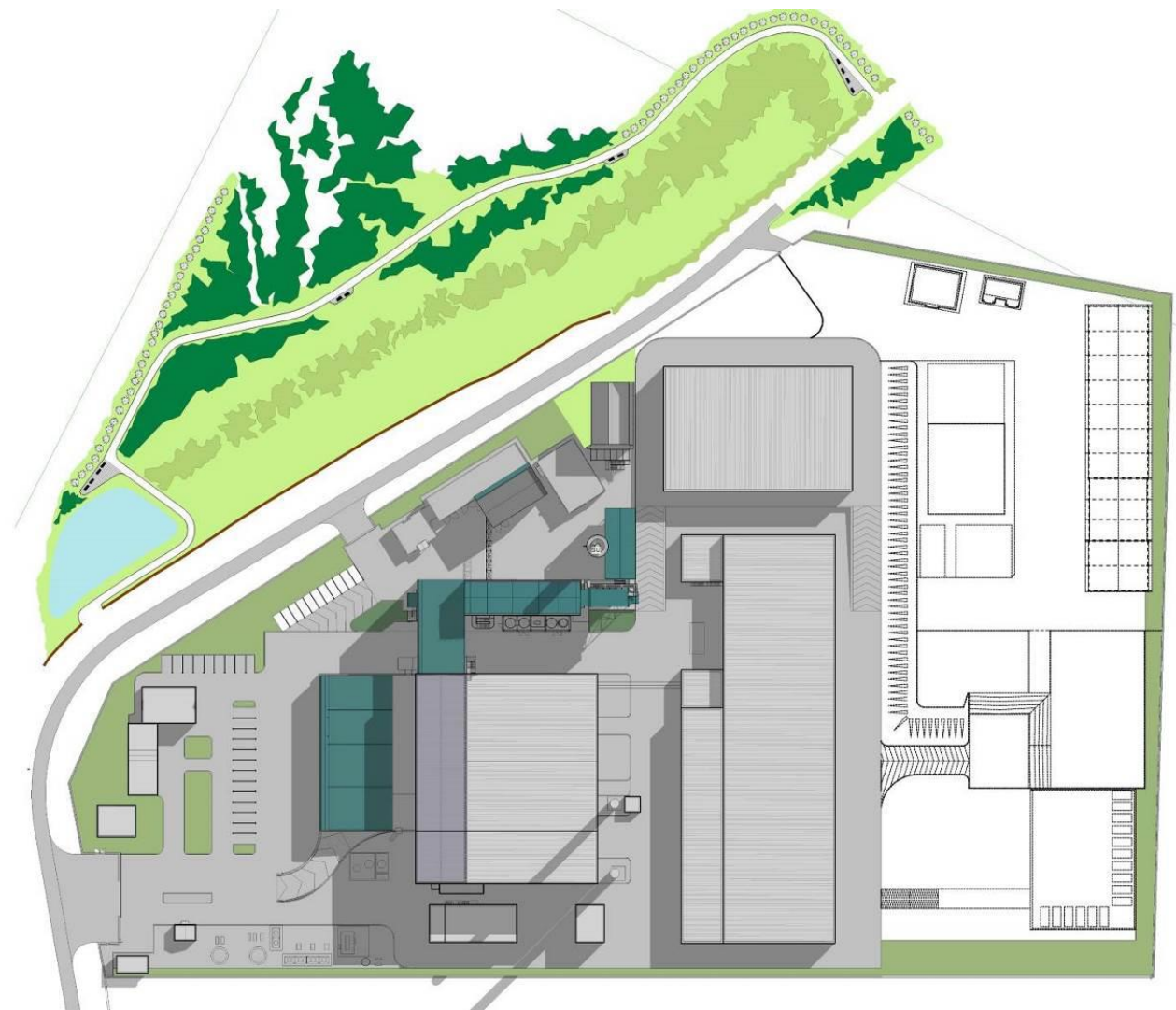


Figura 8 Planimetria generale. Completa delle aree di pertinenza

3.4 PROCESSO DI COMBUSTIONE E GENERAZIONE VAPORE

I rifiuti urbani combustibili sono scaricati, attraverso l'edificio avanfossa, come già accennato chiuso e posto in depressione, e quindi stoccati nella fossa esistente, già asservita alle preesistenti linee di combustione.

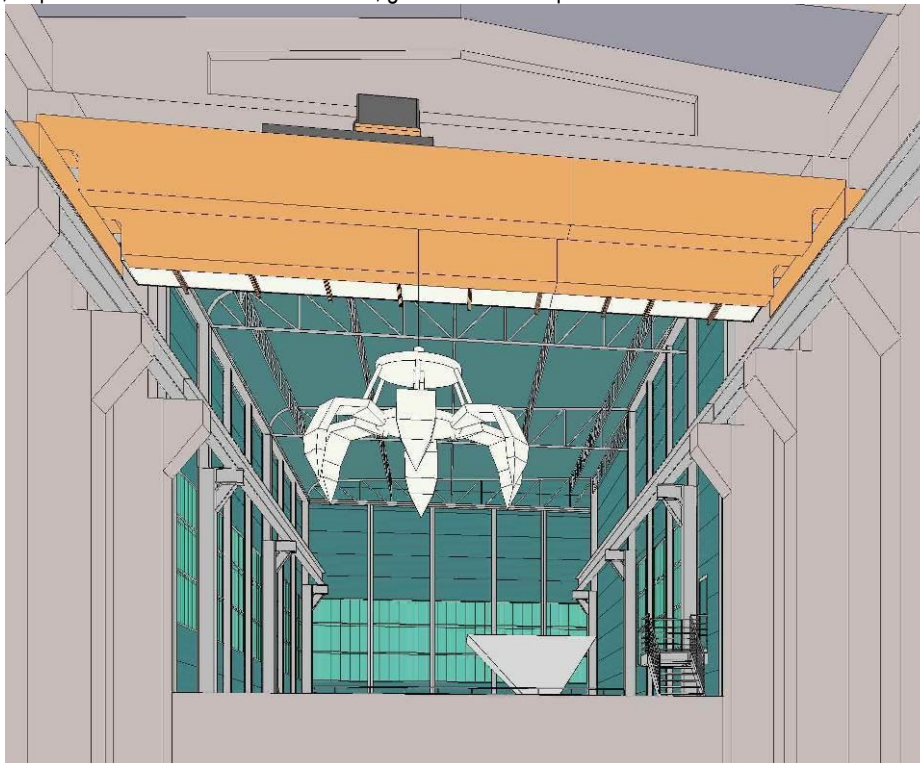


Figura 9 Dettaglio carroponete zona alimentazione combustibile

Da detta fossa, gli stessi sono prelevati ed alimentati alla tramoggia di carico del sistema griglia di combustione, tramite l'impiego dell'esistente carroponete e relativa benna a polipo.

Nella zona di transizione tra la tramoggia e il canale di alimento (o pozzo) è installata una serranda a battente per il sezionamento del canale stesso (clapet tramoggia).

Il pozzo rifiuti è costruito con forma pressoché parallelepipedica, ed è raffreddato da una camicia d'acqua in modo da prevenire eventuali deformazioni dovute al calore.

I rifiuti presenti nel pozzo realizzano una naturale tenuta all'ambiente circostante, evitando infiltrazioni di aria falsa. Lo spintore a cassetto (o alimentatore propriamente detto), a comando idraulico, trasferisce i rifiuti dal pozzo alla griglia di combustione.

La griglia è costituita da una serie di elementi (barrotti raffreddati ad aria) a movimento alternato ed è inclinata di ~14° rispetto all'orizzontale, in modo da permettere il trasporto e la miscelazione dei rifiuti stessi.

L'aria primaria è insufflata al combustore dal sotto della griglia, e da questa fluisce verso il letto di combustione. L'aria secondaria è iniettata all'uscita della camera di combustione attraverso degli ugelli situati sulle pareti laterali.

Il canale di carico del forno è raffreddato da una camicia d'acqua di raffreddamento a vaso aperto: il calore in eccesso è eventualmente disperso per troppo-pieno dell'acqua.

Le scorie, assieme alle ceneri fini che trafilano dalla griglia, sono spente in un estrattore a bagno d'acqua, e contestualmente inviate allo stoccaggio nella fossa dedicata, previa deferrizzazione.

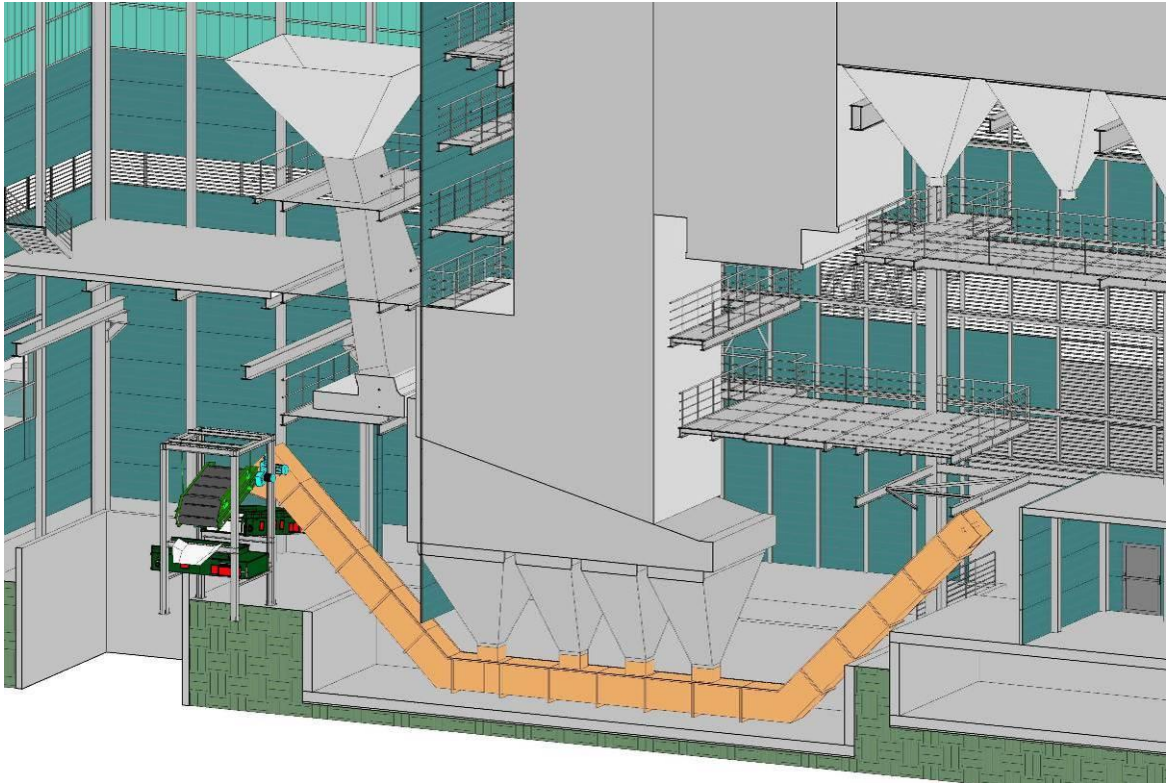
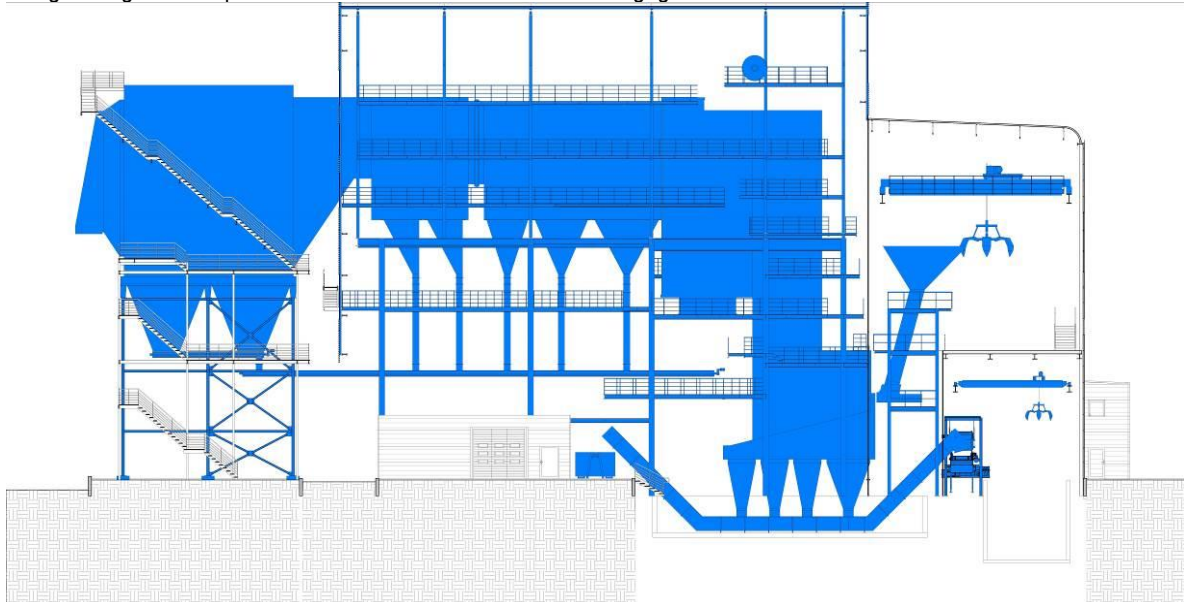


Figura 10 Sistema di estrazione scorie e deferrizzazione delle stesse

La fossa delle scorie è provvista di carroponte dedicato per il carico degli automezzi.
 I fumi che si liberano dagli estrattori delle scorie sono aspirati, nel funzionamento normale, dal regime di depressione esistente nel forno.

In Figura seguente è riportata la sezione trasversale del sistema griglia-forno-caldiaia-ELF.



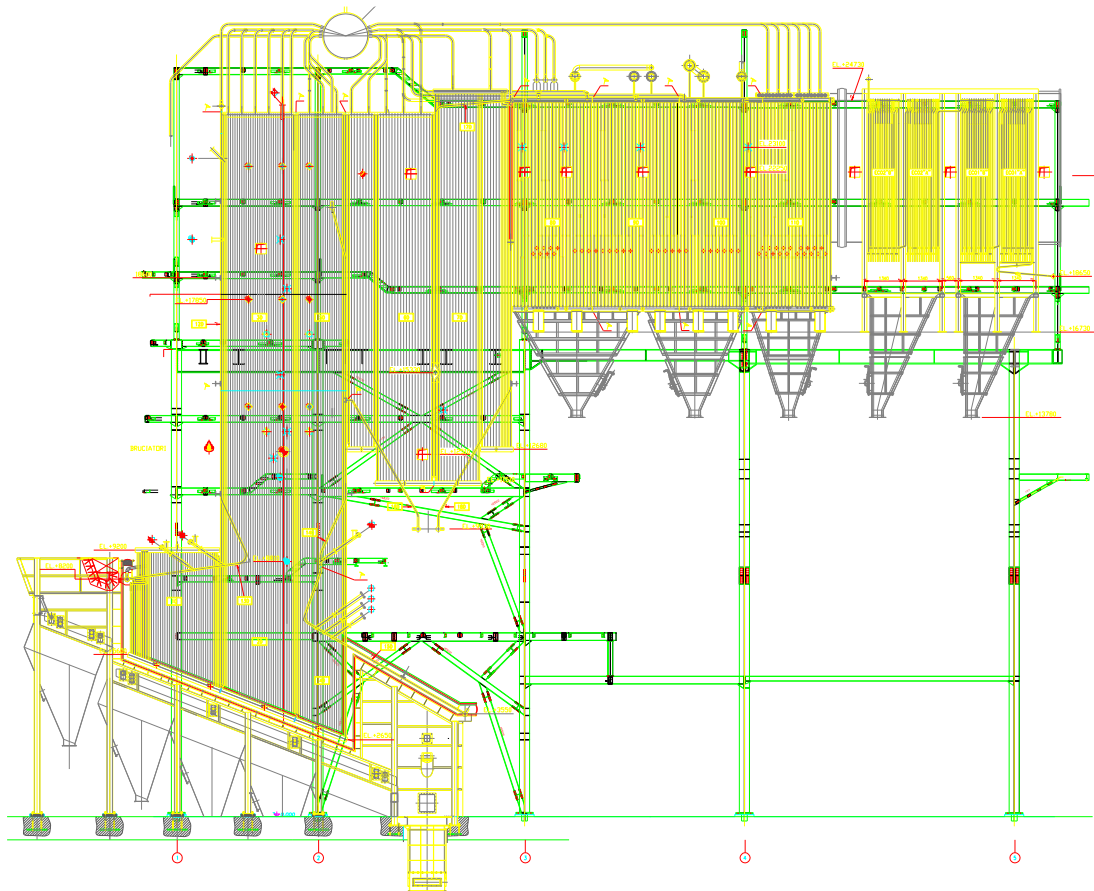




Figura 11 Sezione longitudinale del sistema griglia-forno-caldaia

In particolare, si evidenzia che il combustore a griglia prescelto consente di ottenere una flessibilità ottimale, soprattutto alla presenza di rilevanti fluttuazioni della qualità del combustibile alimentato.

Per mezzo di un sistema di controllo della combustione, reso ulteriormente efficiente grazie all'ottimale iniezione dell'aria e all'impiego di componenti meccanici di alta qualità, possono essere raggiunte elevatissime efficienze di combustione, garantendo così una completa valorizzazione energetica della frazione combustibile dei rifiuti.

Il perfetto 'burnout' atteso, sia in termini di bassa percentuale di incombusti solidi nelle scorie, che di trascurabile presenza di incombusti gassosi nei fumi, deve ovviamente essere visto come il naturale raggiungimento della migliore combinazione di una serie di fattori determinanti, di seguito elencati:

- controllo della combustione, mediante continua verifica dei seguenti parametri operativi:
 - tenore di ossigeno nei fumi;
 - produzione di vapore;
 - distribuzione dell'aria primaria, secondaria e del ricircolo fumi;
 - corsa dell'alimentatore;
 - velocità di movimentazione delle sezioni di griglia;
 - spessore del letto di rifiuti;
 - temperatura nelle diverse sezioni della camera di combustione;
- progetto della camera di combustione, con particolare riferimento a:
 - materiali costitutivi della griglia e delle pareti refrattarie
 - caratteristiche geometriche della camera di combustione
 - sistema di iniezione dell'aria primaria;
 - sistema di iniezione dell'aria secondaria e del ricircolo fumi.

	REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	S.I.A. - Quadro di riferimento progettuale	PAG. 30/154	

Tutti i predetti fattori concorrono a formare un sistema di combustione ottimizzato nel suo complesso. Il sistema di recupero termico è altresì realizzato come parte integrata e complementare del combustore.

A valle della camera di combustione, i fumi si avviano nella zona di post-combustione dove, grazie all'immissione di un flusso di aria secondaria ad alta velocità, subiscono un'intensa miscelazione turbolenta. Quest'ulteriore ossidazione garantisce il completamento della combustione della frazione volatile ed una perfetta 'termodemolizione' dei micro-inquinanti organici presenti nei fumi.

La caldaia a recupero, rappresentata nella Figura seguente, ha la duplice funzione di generare vapore e raffreddare i prodotti gassosi fino alla temperatura ottimale per la loro depurazione. Essa è stata progettata per garantire una marcia costante nel tempo.

Il generatore di vapore, del tipo a circolazione naturale, è composto di due canali radianti verticali e da una sezione convettiva orizzontale.

Le caratteristiche del vapore alla presa sono state definite in conformità a un equilibrato compromesso tra l'ottenimento di un elevato rendimento termodinamico e condizioni non troppo pericolose per i noti fenomeni corrosivi delle superfici di scambio.

Le pareti laterali della griglia (costituenti la sezione radiante della caldaia) e il 'naso' lato caricamento sono realizzate con tubi evaporanti provvisti di riporti in lega INCONEL 625, così da assicurare un'adeguata protezione nel tempo delle superfici di scambio soggette ad attacco corrosivo.

Tra il refrattario, nella parte di rivestimento in tavole pre-sinterizzate, e la parete membranata, è colato uno strato di malta autolivellante, che permette di proteggere la parete membranata stessa dai gas acidi prodotti dalla combustione che penetrano attraverso eventuali interstizi.

La camera di post-combustione è ricavata nel primo canale ascendente della caldaia ed è opportunamente refrattariata fino all'altezza definita dal tempo di permanenza.

All'imbocco della camera di post-combustione sono posizionati, su ambo i lati lunghi, gli ugelli dell'aria secondaria e del ricircolo dei fumi. La prevalenza dei relativi ventilatori garantisce una velocità di uscita dei getti tale da generare la necessaria turbolenza anche al centro del canale. I bruciatori ausiliari sono posti sui lati opposti corti e con gli assi sfalsati.

La volta della sezione radiante tra il primo ed il secondo giro fumi e il secondo giro fumi saranno ricoperti in INCONEL 625 riportato mediante processo di saldatura al fine di preservare le parti esposte direttamente ai fumi ad alta temperatura a fenomeni di erosione e/o corrosione che comprometterebbero l'efficienza del generatore di vapore.

I fumi passano quindi attraverso la sezione radiante, che ne abbassa la temperatura fino ad approssimativamente a 650°C prima di entrare nella sezione convettiva, nella quale attraversano dapprima un banco evaporatore (*screen*) e successivamente i banchi surriscaldatori, fascio evaporatore ed infine l'economizzatore.

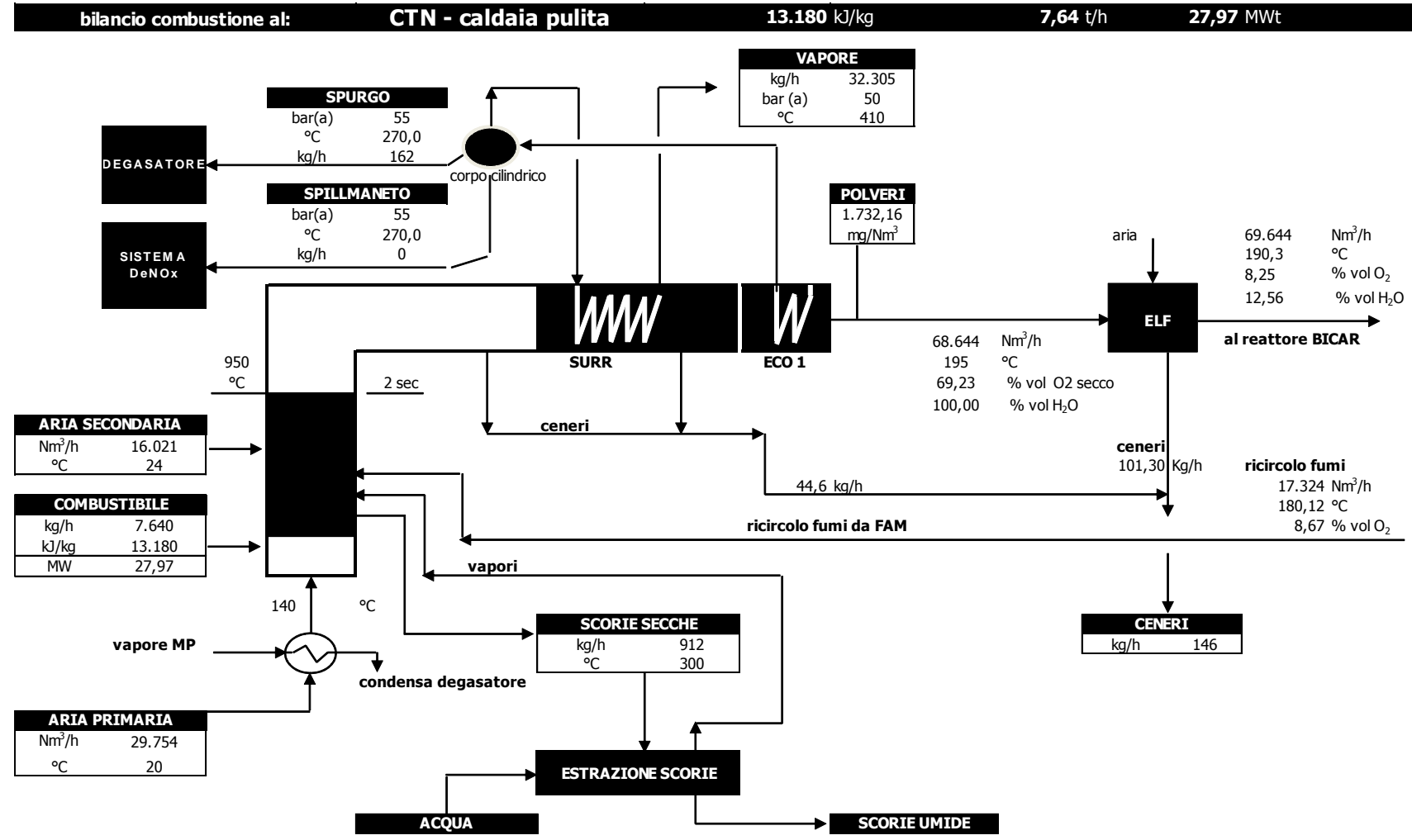


Figura 12 Bilancio di combustione al CTN

I fumi attraversano successivamente la sezione convettiva della caldaia, dove lo scambio termico ha luogo in prevalenza per via appunto convettiva.

La soluzione adottata prevede fasci di tubi installati in senso verticale, attraverso i quali i fumi scorrono orizzontalmente. Il canale convettivo a pareti membranate funge da involucro per i banchi di scambio termico a convezione.

Nell'ordine secondo il percorso fumi sono investiti:

1. Evaporatore 1 (EVA₁ screen)
2. Banco surriscaldatore finale (SH₃)
3. Banco surriscaldatore intermedio (SH₂).
4. Banco surriscaldatore iniziale (SH₁).
5. Banco evaporatore 2 (EVA₂).
6. Economizzatore (ECO₄)
7. Economizzatore (ECO₃)
8. Economizzatore (ECO₂)
9. Economizzatore (ECO₁)

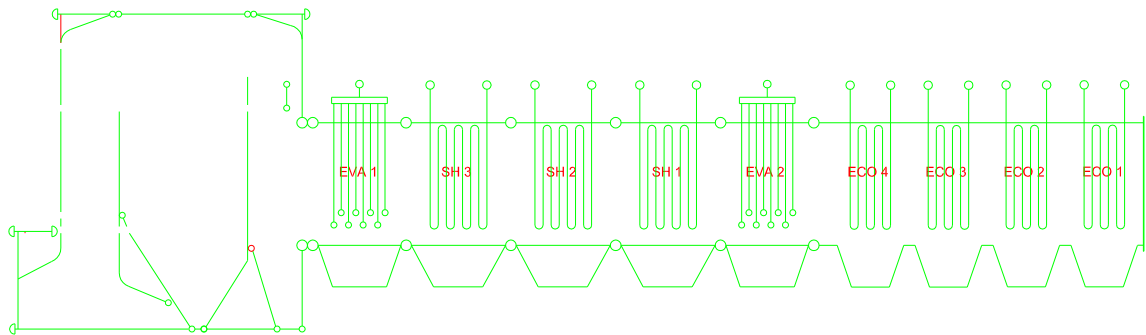


Figura 13 Schema generatore di vapore



Si è preferita una soluzione con caldaia orizzontale, rispetto alla più compatta soluzione verticale, per la maggiore efficienza di pulizia dei tubi ottenibile. E' previsto infatti un sistema di pulizia meccanico a percussione per mantenere pulite le superfici dei tubi dei banchi surriscaldatori, evaporatori ed economizzatori. Essa avviene meccanicamente mediante martelli, che colpiscono ad intervalli regolabili in senso orizzontale le estremità inferiori dei fasci di tubi, che sono appesi per l'estremità superiore. Queste percussioni creano fortissime accelerazioni e vibrazioni istantanee, che a loro volta provocano la rimozione dei depositi dalla superficie esterna dei tubi. Tali depositi, chiamati ceneri volanti, cadono per gravità nelle tramogge sottostanti e sono estratti e trasportati al silo d'accumulo. L'esperienza ha dimostrato che con questo sistema di pulizia, contrariamente ai sistemi a soffiatura, si possono raggiungere periodi d'esercizio ininterrotto anche di 8.000 ore.

Un secondo motivo, che convalida la scelta di caldaia a configurazione orizzontale, è la relativa facilità di estrazione rapida dall'alto mediante l'installazione di un carroponte di servizio, posizionato all'interno del fabbricato che alloggia le caldaie, oppure mediante gru posizionata all'esterno del fabbricato (in questo caso occorre che il tetto del capannone sia provvisto delle necessarie aperture) al fine di agevolare le operazioni di manutenzione.

I fasci tubieri alloggiati nella parte finale della caldaia sono in gran parte evaporativi: acqua e vapore prodotto all'interno degli stessi tubi, sono immessi nel corpo cilindrico posto sulla sommità della caldaia.

Da quest'ultimo esce il vapore saturo, che fluendo attraverso altri fasci tubieri posti all'entrata della sezione convettiva della caldaia, dove i fumi sono più caldi, si trasforma in vapore surriscaldato per poi immettersi nella turbina a vapore. Questi fasci tubieri, i cosiddetti surriscaldatori, sono le componenti più critiche della caldaia, in quanto sottostanno alle maggiori temperature, sia internamente, sia esternamente.

Nella parte alta della caldaia, compreso il passaggio al secondo tratto, le pareti membranate subiscono un trattamento di "cladding", ossia un riporto protettivo in inconel 625 mediante sistema di riporto elettrosaldato con spessore minimo di 2-2,5 mm

	REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	S.I.A. - Quadro di riferimento progettuale	PAG. 33/154	

3.5 TURBINA A VAPORE E CICLO TERMICO

Il ciclo termico a vapore ha lo scopo di convertire l'energia termica liberata dalla combustione dei rifiuti in energia elettrica, tramite turbina a vapore e generatore.

Nella caldaia, i fumi prodotti dalla combustione del rifiuto lambiscono le pareti membranate al cui interno passa l'acqua del ciclo termico. Questa, a seguito di vaporizzazione e successivo surriscaldamento, attua la conversione di energia termica così assorbita fino all'ingresso in turbina, per la conclusiva produzione di energia elettrica; il vapore esausto dallo stadio di bassa pressione della turbina è poi riportato allo stato liquido, in un condensatore ad acqua.

La sezione di recupero energetico è quindi costituita da un tradizionale ciclo termico nel quale il vapore prodotto dalla caldaia è inviato in una turbina ad espansione; il vapore esausto a bassa pressione viene condensato in un air-cooler ad aria, e la condensa collettata al serbatoio condensato e successivamente al degasatore. Per mezzo delle pompe di alimento, il condensato è inviato nuovamente alla caldaia, chiudendo il ciclo. Circa l'11 % del vapore è spillato dalla turbina per utilizzi di servizio, e in particolare per i servizi di degasazione e tenute turbina, nonché per il preriscaldamento dell'aria primaria di combustione.

Successivamente, l'acqua del ciclo termico è preriscaldata e pompata al generatore di vapore per nuovo ciclo. Il sistema è integrato con una serie di scambiatori e dispositivi di trattamento del vapore, atti a massimizzare il recupero energetico e il rendimento di utilizzo dell'energia prodotta nella caldaia. Il fluido di trasporto del calore nel circuito chiuso è acqua demineralizzata. Il ciclo con cui essa evolve nel circuito è di tipo *Rankine surriscaldato*.

Il ciclo termico prescelto per l'impianto in progetto è quindi composto dalle seguenti apparecchiature:

- turbina a vapore associata a un generatore elettrico;
- condensatore ad aria, comprensivo di gruppo vuoto, e sistema di estrazione, accumulo e rilancio del condensato;
- degasatore con serbatoio accumulo acqua;
- pompe acqua di alimento caldaia;
- collettore vapore di alta pressione;
- stazioni di riduzione del vapore;
- collettore vapore di media pressione;
- due preriscaldatori della condensa a bassa temperatura, uno con recupero termico dal circuito del vuoto, e un secondo dal sistema tenute della turbina (gland condenser);
- un preriscaldatore rigenerativo tipo fumi/condensa;
- serbatoi recupero spurghi di caldaia e condense pulite.

3.6 TURBINA A VAPORE

La turbina a vapore del ciclo termico, del tipo a condensazione, sarà dotata di due spillamenti, di cui uno regolato.

La produzione di energia elettrica sarà veicolata alla rete di trasmissione nazionale, al netto degli autoconsumi necessari al funzionamento dell'impianto nel suo complesso.

La pressione di alimentazione del vapore a monte delle valvole di immissione in turbina sarà mantenuta costante e pari a 41 bar(a) in ogni condizione di funzionamento.

La turbina è dimensionata per accettare un sovraccarico termico dell'impianto di circa il 110%. Il bilancio in/out della turbina è desumibile dalla tabella seguente:

BILANCIO TURBINA		
Ingresso turbina		
Portata vapore surriscaldato	8,92 kg/s	32,11 t/h
Pressione vapore surriscaldato	4.850 kPa	48,5 bar.a
Temperatura vapore surriscaldato	405,0 °C	678,15 K
Temperatura vapore saturo corpo cilindrico	270,0 °C	543,12 K
Entalpia vapore surriscaldato	3.211,58 kJ/kg	767,07 kcal/kg
Entropia vapore surriscaldato	6,68 kJ/kg°C	1,60 kcal/kg°C
Scarico turbina		
Pressione	10,00 kPa	0,100 bar.a
Temperatura alla saturazione	45,8 °C	318,96 K
Entropia ingresso turbina	6,68 kJ/kg°C	1,60 kcal/kg°C
Entropia liquido saturo	0,65 kJ/kg°C	0,16 kcal/kg°C
Entropia vapore saturo	8,15 kJ/kg°C	1,95 kcal/kg°C
Titolo vapore allo scarico ideale	0,80	
Entalpia liquido saturo	191,81 kJ/kg	45,81 kcal/kg
Entalpia vapore saturo	2.583,86 kJ/kg	617,14 kcal/kg
Entalpia scarico turbina ideale	2.116,47 kJ/kg	505,51 kcal/kg
Entalpia scarico turbina reale	2.335,49 kJ/kg	557,82 kcal/kg
Calore latente di condensazione	2.392,05 kJ/kg	571,33 kcal/kg
Titolo vapore allo scarico reale	0,90	

Tabella 6 Dati salienti del ciclo termico al CTN



Le caratteristiche del ciclo termico sono riepilogate nella tabella seguente. I valori indicati sono riferiti a condizioni ambientali di 20 °C, 1013 mbar e 30% di umidità relativa, e sono da considerarsi valori attesi.

Il sistema dell'acqua alimento caldaia sarà composto da un deaeratore - accumulatore dell'acqua di alimento (degasatore) e da due elettro-pompe di pressurizzazione. Queste utenze, data la loro importanza, saranno poste in condizione di essere alimentate da utenza elettrica privilegiata.

Per garantire un funzionamento continuo del sistema di combustione dei rifiuti, anche in caso di fuori servizio del gruppo turboalternatore, è prevista una stazione di *by-pass* turbina ad intervento rapido. La pressione e la temperatura del vapore saranno ridotte attraverso l'introduzione di una perdita di carico e l'iniezione di acqua di atterramento, fornita dalle pompe di estrazione del condensato; successivamente, il vapore sarà avviato al condensatore.

Si evidenzia che, l'aver previsto una stazione di riduzione per il generatore di vapore consente, all'avviamento dello stesso, di evitare lo scarico all'atmosfera del vapore di flussaggio dei surriscaldatori, il quale può essere inviato al condensatore; in tal modo è possibile recuperare la condensa, minimizzando i consumi di acqua demineralizzata in fase di avviamento dell'impianto.

Le valvole di riduzione saranno dimensionate per il 100% della produzione di vapore al CTM.

	REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	S.I.A. - Quadro di riferimento progettuale	PAG. 35/154	

Nella condizione di funzionamento della linea di combustione al CTN, la caldaia produce circa **32,3 t/h** di vapore surriscaldato a **50 bar(a)** e **410 °C²**, che è avviato, tramite il collettore di **AP**, alla turbina a vapore la quale genera circa **7,090 MW** di potenza elettrica ai morsetti dell'alternatore.

Per gli utilizzi interni del ciclo sono previsti:

- Uno spillamento (12 bar(a) e 250 °C) che alimenta uno scambiatore utilizzato per innalzare la temperatura fumi prima dell'ingresso al sistema SCR (che sarà normalmente chiuso);
- Una estrazione regolata a (6 bar(a) e 175 °C) che alimenta il collettore di **MP** e le utenze ad esso legate.

La turbina assiale a vapore, di tipo modulare, è dimensionata per la portata massima di progetto ed è corredata di valvola di emergenza a chiusura rapida sull'ammissione vapore per sopravvelocità, per condizioni anomale del circuito di raffreddamento ad olio o per blocco manuale.

Il vapore necessario per i servizi di MP può essere alimentato direttamente dal collettore principale di alimentazione in AP, tramite un gruppo di riduzione della pressione. Questa procedura permette di non interrompere la combustione del rifiuto anche in caso di turbina fuori servizio.

Per trasmettere la coppia motrice dalla turbina al generatore è usato un accoppiamento rigido tramite riduttore di giri ad assi paralleli; nel momento in cui il generatore è portato alla tensione e alla frequenza di esercizio, il sincronizzatore automatico comanda il parallelo con la rete di trasmissione.

Il corpo della turbina è diviso, lungo il piano di mezzeria orizzontale, in due metà (base e cappello) unite tra loro mediante flangiatura e relativa bulloneria. Base e cappello sono a loro volta costituiti da due parti; cilindro d'entrata o di alta pressione (AP), e cilindro di scarico o di bassa pressione (BP).

Il sistema di regolazione della turbina è del tipo elettroidraulico con azionamento ad alta pressione, digitale a microprocessore, multicanale. Il regolatore agisce controllando la velocità di rotazione dalla turbina, la pressione del vapore in ingresso alla turbina e le pressioni di estrazione.

È previsto un sistema di lubrificazione ad olio, che provvede a fornire il fluido necessario per la lubrificazione dei cuscinetti del turboalternatore, e al comando della valvola di trip. Un secondo circuito provvede al controllo della valvola di immissione.



La turbina è completa di tutti la strumentazione e apparecchi necessari per un completo ed ottimizzato controllo automatico, ed è dotata inoltre dei seguenti accessori:

1. valvole di drenaggio con relativi tubi di collegamento;
2. isolamento termico della macchina e copertura insonorizzante,
3. valvole di non ritorno, dove necessario, sulle tubazioni di vapore spillato, complete di servomotore di tipo pneumatico e asservite ai dispositivi di blocco;
4. viratore ad inserimento e disinserimento automatico, per la rotazione del rotore turbina durante le fermate e prima dell'avviamento, azionato da motore elettrico, con possibilità di azionamento manuale,
5. sistema di regolazione per il vapore di tenuta.

Il vapore scaricato dalla turbina è condensato in un air-cooler ad aria a tubi alettati e la condensa, che si raccoglie nel pozzo caldo, è inviata al degasatore mediante le pompe di estrazione del condensato, dopo aver subito diverse fasi di preriscaldamento:

- nel condensatore del vapore del gruppo del vuoto;
- nel condensatore del vapore delle tenute di turbina ("gland condenser");
- nel recuperatore finale di calore dai fumi (scambiatore fumi/condensa).

² Valori stimati in uscita dal generatore di vapore

	<p align="center">REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO</p>	<p>REV. 0</p>	
<p align="center">S.I.A. - Quadro di riferimento progettuale</p>		<p>PAG. 36/154</p>	

Il degasatore funziona a 1,43 bar.a., cui corrisponde una temperatura di saturazione di 110 °C; l'equilibrio termodinamico è mantenuto dai diversi flussi in entrata; il reintegro fisiologico di acqua demineralizzata al GVR è attuato al pozzo caldo, al fine di evitare fenomeni di *flash*.

A valle del degasatore, l'acqua alimento è inviata al generatore di vapore da un gruppo elettropompe (di cui una di riserva).

CTN - caldaia pulita **SCHEMA CICLO TERMICO** **32,31 t/h** **48,5 bar.a** **410,0 °C**

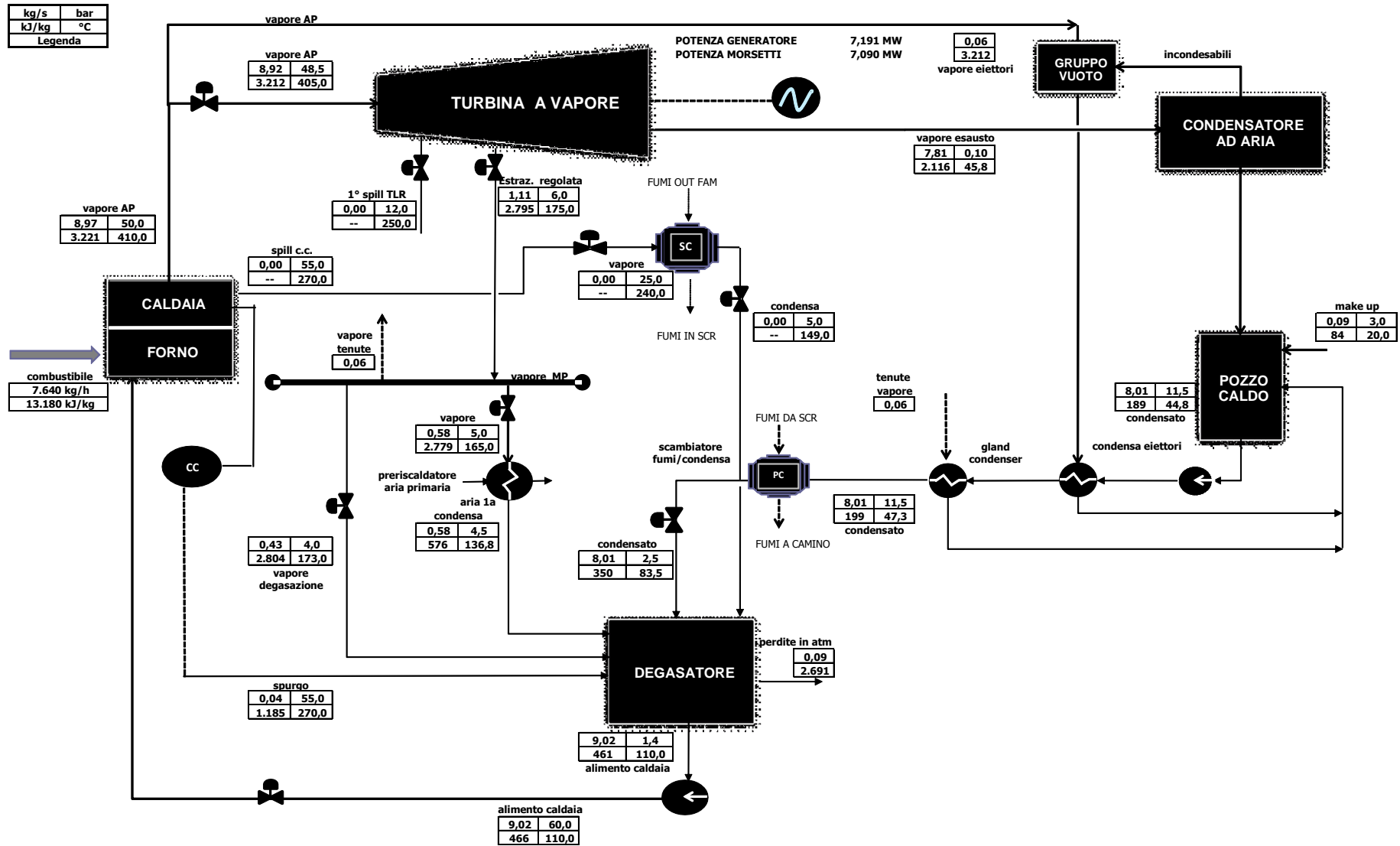




Figura 14 Schema ciclo termico con turbina a due spillamenti

	REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	S.I.A. - Quadro di riferimento progettuale	PAG. 38/154	

3.6.1 Descrizione generale e particolarità costruttive della turbina

La turbina è a cassa singola multistadio con palettatura a flusso assiale a dischi e diaframmi.

Cassa turbina

Il cilindro è diviso, lungo il piano di mezzeria orizzontale, in due metà (base e cappello) unite tra loro mediante flangiatura e relativa bulloneria; le due parti sono imbullonate in modo definitivo presso le nostre officine con una flangiatura verticale e perpendicolare all'asse della turbina.

Il cilindro di AP è ottenuto da una fusione di acciaio; sulla sua parte superiore sono ricavati i corpi valvole di regolazione di AP; al corpo valvola di AP è flangiata la valvola di presa.

All'interno del cilindro di AP sono sistemate le tenute vapore lato entrata, gli anelli del compensatore di spinta, la piastra ugelli dello stadio di controllo di AP ed i diaframmi palettati con gli ugelli intermedi.

Il cilindro di BP è costruito in lamiera saldata e convoglia il vapore al condensatore.

All'interno del cilindro di BP sono sistemate le tenute vapore lato scarico, il secondo cuscinetto turbina e un anello tenuta olio.

Palettatura

Sulla base delle condizioni operative, lo stadio di controllo è del tipo ad azione; gli stadi successivi sono del tipo ad azione, a dischi e diaframmi, gli stadi finali sono progettati del tipo a reazione, con palette svergolate e rastremate.

Ugelli

Il vapore è ammesso in turbina attraverso la valvola di presa e poi attraverso le valvole di regolazione è inviato al settore ugelli.

Gli ugelli sono ricavati da barra e inseriti in cave di alloggiamento all'interno del cilindro.

Ciascun arco ugelli è controllato da una valvola di regolazione, che consente un arco parziale di ammissione per funzionamenti a carico ridotto.

Diaframmi

I diaframmi sono realizzati in due sezioni unite alla mezzeria orizzontale e montate in cave realizzate nella cassa turbina. Ciascuna sezione consiste di anello interno, anello esterno e palette.

Le palette sono ricavate da barre e saldate tra l'anello interno e l'anello esterno per realizzare i canali attraverso i quali fluisce il vapore.

La palettatura storica può anche essere ottenuta per elettroerosione da ciascuno dei due semi-anelli.

I diaframmi superiori e inferiori sono accoppiati tramite due spine installate sul piano di mezzeria, riunendo le due sezioni come un anello completo.

Il diaframma è tenuto in posizione da spine all'interno della scanalatura di alloggiamento.

L'installazione permette di compensare sovra dilatazioni termiche dovute a condizioni di funzionamento anormali, assorbite dalle spine che si appiattiscono evitando distorsioni della struttura del cilindro.

I diaframmi storici sono forniti di anelli di tenuta.

Per consentire un ridotto gioco radiale tra rotore e tenuta gli anelli sono in più settori tenuti in posizione da molle.

Palettatura rotante

Tutte le palette rotanti, ad eccezione delle ultime più lunghe, sono fornite di piattine di tenuta.

In funzione dell'altezza delle palette, la piattina può essere integrale con la pala o fissata ad essa tramite pioli ribaditi.

L'attacco delle pale al rotore è del tipo a "T" capovolta, con inserimento laterale tranne che per alcune file, tipicamente le ultime, che possono avere una radice assiale.



Attraverso la palettatura i giochi esistenti tra le parti fisse e quelle rotanti sono tali da garantire un funzionamento senza inconvenienti in ogni condizione operativa.

Sistema di lubrificazione e regolazione

Il sistema, montato sulla placca turbina, provvede a fornire tutto l'olio necessario per la lubrificazione e la regolazione del gruppo turbina-riduttore-generatore.

I componenti principali sono:

- un serbatoio olio in lamiera d'acciaio al carbonio, completo di indicatore di livello e di interruttori di allarme per basso livello olio (blocco);

	REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	S.I.A. - Quadro di riferimento progettuale	PAG. 39/154	

- una pompa olio principale ad ingranaggi, montata sul riduttore e collegata all'asse lento; fornisce tutto l'olio necessario al sistema di lubrificazione durante il normale esercizio del gruppo;
- una pompa olio ausiliaria a vite, comandata da motore elettrico a c.a.; tale pompa si avvia automaticamente tramite un pressostato quando la pressione dell'olio scende sotto un valore prestabilito;
- una pompa olio di emergenza a vite, comandata da un motore elettrico a c.c.; serve per la lubrificazione di emergenza del gruppo in caso di fuori servizio delle pompe principale ed ausiliarie e di caduta nella tensione di alimentazione;
- valvole di sicurezza e di regolazione per mantenere l'olio alle caratteristiche di pressione/portata richieste;
- riscaldatori elettrici montati sul serbatoio e usati in fase di avviamento per riscaldare l'olio se la temperatura dello stesso è <15°C ;
- un sistema di refrigerazione per l'olio di lubrificazione, dimensionato in modo da mantenere l'olio alla temperatura desiderata. Tale sistema è costituito da due refrigeranti a fascio tubiero completi di tubazione di allacciamento, valvola di smistamento a 3 vie e valvola miscelatrice termostatica;
- due filtri a doppio corpo, con valvole di smistamento previsti per la linea di lubrificazione (grado di filtraggio 25 micron) e per la linea di regolazione (grado di filtraggio 15 micron);
- un elettroestrattore dei vapori d'olio dal serbatoio, azionato da motore elettrico a c.a.
- un sistema di depurazione olio.

Valvole per vapore principale

La valvola di presa di AP è munita di un servomotore con comando oleodinamico ed è dotata di un filtro estraibile per il vapore entrante.

Superata la valvola di presa, il vapore ammesso in turbina è regolato per mezzo della valvola di regolazione a 4/5 'funghi' comandata da un servomotore oleodinamico.

La valvola di presa, di regolazione e di ritegno si chiudono automaticamente e rapidamente in caso di intervento dei dispositivi di scatto e di protezione.

Sistema tenute a vapore

Le tenute sono del tipo a labirinto situate in corrispondenza dell'estremità del cilindro.

Esse sono provviste di molle allo scopo di minimizzare l'usura in caso di strisciamento.

L'ingresso di aria per via del vuoto è impedito tramite l'immissione di vapore di sbarramento alle tenute esterne. Il vapore è fornito attraverso una valvola automatica di regolazione della pressione. Il vapore di fuga verso l'esterno è condensato in un condensatore del tipo a fascio tubiero completo di estrattore comandato da motore elettrico, adatti a mantenere in leggera depressione il condensatore.

È prevista una valvola manuale di riserva in caso di malfunzionamento del regolatore principale della pressione.

Riduttore di velocità

La turbina è collegata a un riduttore di giri, lubrificato dallo stesso sistema di lubrificazione principale. Il riduttore è a dentatura a singola elica ad alberi paralleli orizzontali.

Cassa

La cassa è realizzata in lamiera di acciaio, di costruzione particolarmente compatta per smorzare vibrazioni o rumore.

I cuscinetti radiali sono progettati a due o quattro lobi e tenuti in posizione dai cappelli di banco.

Parti rotanti

La dentatura del pignone e della ruota lenta è cementata con un grado min. di 58HRC, e rettificata in accordo al livello DIN 2-3 o migliore.



I fianchi dei denti del pignone sono provvisti delle necessarie finiture adatte ad assicurare un preciso ingranamento e un libero contatto dei denti a tutte le condizioni di funzionamento.

La strumentazione prevede:

- 1 RTD su ogni cuscinetto radiale;
- 2 sonde per il rilievo delle vibrazioni (a 90°) su ciascun albero.

Accessori standard:

- flange rigide di accoppiamento sull'albero lento e su quello veloce;
- albero di prolunga montato sull'albero veloce;

	REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	S.I.A. - Quadro di riferimento progettuale	PAG. 40/154	

- viratore automatico assemblato con il riduttore;
- pompa olio incorporata.

Viratore

Prima dell'avviamento e in fase di fermata, il viratore provvede alla rotazione lenta del rotore turbina, al fine di evitare possibili curvature del rotore stesso dovute a disuniforme riscaldamento o raffreddamento.

Il viratore è montato sull'asse veloce del riduttore di velocità: è azionato da un motore elettrico a c.a., ed è dotato di un dispositivo di inserimento e disinserimento automatico e di interblocchi per impedire il funzionamento in caso di insufficiente pressione dell'olio di lubrificazione.

Isolamento termico della turbina

La cassa turbina, le valvole di presa e quelle di regolazione saranno rivestite con uno strato di materiale isolante.

L'isolamento è realizzato con materassini di lana di roccia minerale e con materiale pressato.

All'esterno è applicato un tessuto di fibra di vetro impregnato di gomma al silicone che ne assicura la finitura.

Un rivestimento metallico non è pertanto necessario.

La copertura può essere facilmente smontata e riassemblata per le operazioni di manutenzione.

Lo spessore del materiale sarà tale da assicurare una temperatura superficiale non superiore a 60°C con una temperatura in sala macchine (o temperatura ambiente) di 25°C.

Rotore

Il rotore turbina è ricavato da un forgiato di acciaio legato; i dischi porta-palette sono di pezzo con il rotore ed hanno dei fori passanti per bilanciare la pressione del vapore su entrambi i lati, in modo da ridurre la spinta assiale sul rotore stesso.

Il rotore è sostenuto da due cuscinetti, il primo dei quali (cuscinetto portante e di spinta) è posizionato all'estremità di AP, mentre il secondo portante è nel cilindro di scarico.

Il cuscinetto di spinta, alloggiato tra due ralle ricavate all'estremità di AP del rotore, assorbe la spinta residua e determina la posizione assiale del rotore con riferimento al cilindro turbina.

Al termine delle lavorazioni meccaniche, il rotore completamente palettato è equilibrato e provato in sovravelocità al 120% della velocità di funzionamento.

All'estremità del rotore, sul lato di ammissione vapore, è montata la ruota polare per lo scatto di sovravelocità (3 sonde) e la misura di velocità (2 sonde).

La protezione di sovravelocità è implementata in logica 2/3, cosicché il blocco non ha luogo finché almeno due unità di rilevamento non hanno risposto.

Il blocco di sovravelocità chiude automaticamente la valvola di presa e quelle di regolazione se la velocità raggiunge il 110% della velocità nominale.

Sistema di regolazione turbina

Il sistema di regolazione della turbina è di tipo elettroidraulico in AP (dedicato sistema di controllo), e prevede che le valvole di regolazione assumano una ben determinata posizione in funzione della pressione dell'olio di regolazione inviato al servomotore.

Tale pressione è modulata, tramite un convertitore elettroidraulico, proporzionalmente al segnale elettrico in uscita dal regolatore elettronico.

Strumentazione di supervisione della turbina (TSI)

Il sistema di supervisione monitorizza in modo continuativo una serie di parametri critici relativi al funzionamento della turbina.



Qualora i valori operativi di tali parametri superino i limiti di allarme stabiliti, il sistema attiva automaticamente procedure di blocco turbina; i segnali sono disponibili per attività diagnostiche.

I parametri considerati dal sistema di supervisione sono i seguenti:

- vibrazioni dei rotori turbina, riduttore e alternatore;
- angolo di fase (*key-phasor*);
- posizione assiale del rotore turbina;
- rilievo della velocità di rotazione turbina.

Dispositivi di protezione e segnalazione

La turbina è provvista di dispositivi elettrici di protezione che si attivano nel caso occorra una delle seguenti condizioni:

	REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	S.I.A. - Quadro di riferimento progettuale	PAG. 41/154	

- bassissimo livello olio nel serbatoio;
- bassissima pressione olio di lubrificazione;
- altissima pressione vapore scarico turbina;
- sovravelocità turbina (dispositivo elettrico = 110% della velocità nomin.);
- altissimo spostamento assiale turbina;
- altissime vibrazioni cuscinetti turbina, riduttore e alternatore;
- anomalia regolatore turbina;
- blocco turbina da pulsante di emergenza locale;
- blocco turbina da pulsante emergenza sala controllo;
- blocco impianto da pulsante di emergenza in sala controllo;
- blocco alternatore (protezioni elettriche);
- blocco turbina da DCS (da contatto per protezione impianto o da comando manuale).

Il verificarsi di una delle condizioni sopraelencate provoca la diseccitazione delle elettrovalvole di blocco turbina, la caduta di pressione dell'olio di controllo e, per azione conseguente dei servomotori, la chiusura rapida (blocco turbina) della valvola di presa e di regolazione.

Sistema di controllo

La turbina sarà equipaggiata con:

- a) due rilevatori di vibrazioni montati a 90° su ogni cuscinetto della turbina;
 - b) due rilevatori di vibrazioni montati lato accoppiamento a 90° su ciascun cuscinetto del riduttore;
 - c) due rilevatori di spostamento assiale;
 - d) due sonde di rilevazione della velocità dell'albero per regolatore e tre sonde per dispositivo di scatto per sovravelocità;
 - e) termocoppie per cuscinetti portanti e reggispinta.
- I rilevatori a) e b) saranno completi di proximitor e cavi di estensione fino alla cassetta di giunzione.

Quadro controllo

Il turboriduttore è equipaggiato con un quadro di controllo sul quale sono montati:

- regolatore elettronico di velocità;
- centralina termometrica;
- minitors vibrazioni rotore turbina;
- logica e indicatori di allarme e blocco.

La logica di allarme e blocco assicura segnalazioni di allarme per raggiungimento valori anomali delle grandezze controllate e l'arresto automatico del gruppo qualora si raggiungano le seguenti situazioni pericolose.

3.7 GENERATORE ELETTRICO

Per trasmettere la coppia motrice dalla turbina al generatore si utilizza un riduttore di giri ad assi paralleli.



Il gruppo turbogeneratore è alloggiato, unitamente ai propri ausiliari, in uno specifico locale ubicato nell'area tecnologica dedicata alla produzione di energia elettrica.

Il sistema di lubrificazione della turbina, del riduttore e dell'alternatore ha uno stoccaggio di olio lubrificante realizzato direttamente nel basamento di circa 3.000 litri.

La parte di generazione elettrica comprende:

- generatore sincrono trifase completo di sistema di eccitazione (AVR);
- quadro di linea e di messa a terra centro stella del generatore (addossato al generatore);
- quadro di protezione misure controllo e sincronizzazione.

L'alternatore è del tipo sincrono trifase, con raffreddamento ad aria in ciclo chiuso e potenza nominale pari a 10.000 kVA (8.500 kW), temperatura di ingresso acqua di raffreddamento di 35°C, fattore di potenza nominale 0,85, tensione nominale 20 kV +/- 5%, frequenza 50 Hz +/- 2 %, 4 poli, velocità di rotazione 1.500 giri/min, isolamento in classe F con sovratemperature limitate alla classe B, grado di protezione IP54, Norme di riferimento IEC.

	REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSIO	REV. 0	
	S.I.A. - Quadro di riferimento progettuale	PAG. 42/154	

Il turbogeneratore è dotato di un quadro elettrico di controllo, misura, protezione e sincronizzazione generatore, realizzato in lamiera di acciaio stampata o sagomata, a struttura autoportante, grado di protezione IP31, equipaggiato con protezione numerica a microprocessore.

Descrizione generale e particolarità costruttive

Il generatore è un trifase a quattro poli, con sistema di eccitazione brushless.

Il tipo di raffreddamento è IC 81 W, in accordo alle norme IEC 34-6.

La macchina è dotata di un'estremità d'albero flangiata e di due cuscinetti a strisciamento con sistema di circolazione olio forzato.

Il grado di protezione del generatore è IP 44, in accordo alle norme IEC 34-5.

Sistema di ventilazione

Il sistema di ventilazione del generatore è del tipo simmetrico e bilaterale. L'aria, che viene raffreddata dallo scambiatore di calore aria-acqua montato sul lato superiore/inferiore della macchina, entra assialmente sia dal lato accoppiamento che dal lato opposto.

L'aria di raffreddamento è diretta sia sulle bobine rotore sia sulle testate delle statore, fuoriesce dal rotore, passa attraverso i canali di ventilazione dello statore stesso, nello spazio compreso tra pacco statore e carcassa, per poi ritornare allo scambiatore di calore.

3.8 CONDENSAZIONE E ALIMENTO DEL VAPORE

Il sistema di condensazione sarà composto sostanzialmente da:

- n° 1 condensatore di vapore ad aria del tipo a doppia "A"/singola "A";
- n°1 circuito del vuoto ad eiettori (avviamento e mantenimento);
- n° 1 serbatoio di raccolta condensato;
- n° 1 sistema per evacuazione drenaggio tubazione adduzione vapore al condensatore ad aria;
- n° 1 valvola di sicurezza, dimensionata per circa l'8% della portata nominale di vapore;
- n° 1 disco di rottura;
- n° 1 sistema di regolazione invio condensato al degasatore;
- n° 1 gruppo pompe condensato;
- n° 1 pompa carrellata lavaggio condensatore con acqua ad alta pressione;
- condotti di alimento, evacuazione condense, tra fasci tubieri per condensa e quant'altro necessario al corretto funzionamento.

Il condensatore è quindi del tipo a raffreddamento ad aria, e il suo dimensionamento è in accordo alle norme HEI. Esso è dimensionato per assicurare un grado di vuoto di 0,10 bar.a. con produzione al CTN e una temperatura esterna di 20 °C.

Bilancio preliminare condensatore



Portata vapore esausto (Q1)	7,8 kg/s	28,1 t/h
Temperatura vapore esausto	45,8 °C	318,96 K
Entalpia vapore esausto	2.116,47 kJ/kg	505,51 kcal/kg
Entalpia liquido saturo (condensatao)	191,8 kJ/kg	45,8 kcal/kg
Calore di condensazione	15.026 kJ/s	15,0 MW
Portata aria di raffreddamento	751 kg/s	2.705 t/h
Portata volumetrica aria di raffreddamento	626 m ³ /s	2.252.194 m ³ /h

Il condensatore è inoltre idoneo a trattare, in caso di fermo della turbina, tutta la portata di vapore prodotta dalla caldaia in condizioni di CTM e temperatura esterna di 30 °C.

Il vapore entra nel condensatore dal lato mantello mentre l'acqua di raffreddamento circola sul lato tubi.

Il condensato è colettato in un pozzo caldo cilindrico, con una capacità adeguata per dare battente alle pompe di estrazione del condensato, che lo avviano al circuito di preriscaldamento, fino al degasatore.

Lungo la tubazione che porta le condense al degasatore sono infatti installati:

	REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	S.I.A. - Quadro di riferimento progettuale	PAG. 43/154	

- il condensatore vapore del gruppo del vuoto;
- il condensatore vapore di tenute turbina;
- lo scambiatore fumi/condensato.

Nella fase di avviamento, è utilizzato l'eiettore di formazione del vuoto che permette di raggiungere quel grado di vuoto necessario all'immissione vapore in turbina; nel normale esercizio, il vuoto è mantenuto dagli eiettori di 1° e 2° stadio.

Il degasatore, previsto con torre di degasaggio verticale e serbatoio raccolta acqua degasata orizzontale, ha lo scopo di eliminare dall'acqua i gas in condensabili, che avrebbero effetti corrosivi nel circuito del GVR.

Il reintegro di acqua demineralizzata, per compensare le perdite di fluido fisiologiche del ciclo vapore, è realizzato al pozzo caldo.

Dal serbatoio di accumulo del degasatore, l'acqua di alimento è inviata attraverso le pompe a un collettore comune che l'avvia in caldaia. Per l'invio sono previste due pompe centrifughe azionate da motore elettrico, il cui dimensionamento è tale da permettere il funzionamento della caldaia con una sola pompa in esercizio.

Durante il normale funzionamento, è utilizzato vapore in **MP** a 6 bar(a), spillato direttamente dalla turbina, per le varie utenze dell'impianto: principalmente l'alimentazione del degasatore, del preriscaldatore dell'aria primaria e del tenute della macchina.

In caso di *by-pass* (fuori servizio della turbina a vapore), una stazione di riduzione e desurriscaldamento vapore, collegata direttamente al collettore del vapore principale (AP), assicura l'alimentazione del collettore di MP e delle relative utenze.

Il condensatore ad aria è del tipo a fasci inclinati di forma a doppia "A" con tiraggio forzato (la descrizione fa riferimento ad una specifica tipologia di condensatori che in fase realizzativa potrà essere ottimizzata in relazione alla necessità di mantenere, per quanto possibile, le scelte della linea esistente).

Il condensatore è costituito in gran parte da fasci tubieri, muniti di tubi ellittici alettati a superficie esterna zincata che saranno percorsi dal vapore condensante dall'alto verso il basso. I collettori inferiori sono saldati alla tubazione di scarico della condensa durante il montaggio mentre la piastra tubiera superiore sarà saldata alla tubazione di distribuzione del vapore sempre durante il montaggio dell'impianto.

Solo un 20% di fasci tubieri è munito di tubi ellittici a superficie esterna zincata che saranno percorsi dal vapore dal basso verso l'alto, in controcorrente, con la condensa che scende. I collettori saranno saldati alle tubazioni di scarico della condensa e di estrazione degli inerti durante il montaggio dell'impianto.



Il gruppo di raffreddamento è composto da 3 ventilatori assiali a bassa rumorosità con pale in alluminio, a numero di giri variabili.

Il controllo della pressione del vapore in ingresso al condensatore avviene tramite un dedicato trasmettitore elettronico; una termocoppia provvede alla trasmissione della temperatura del vapore in ingresso/uscita al condensatore.

Il serbatoio di raccolta condensato avrà una capacità geometrica di circa 15 m³ e sarà completo di allarme di alto, altissimo e basso livello, indicatore e trasmettitore di livello, trasmettitore di pressione termocoppia, e termometro locale.

L'impianto di estrazione aria per esercizio normale, che è destinato a estrarre l'aria e gli incondensabili, è del tipo a bistadio ed è costituito da una coppia di eiettori (uno in esercizio ed uno di riserva), da un condensatore finale e dall'iniettore per avviamento.

Il gruppo del vuoto (tipo eiettori) sarà completo di tubazioni di estrazione incondensabili fra condensatori ed eiettori, valvole manuali di intercettazione delle linee eiettori di riserva, valvole di regolazione portata vapore motore agli eiettori, filtro impurità sulla linea vapore, completo di valvola di intercettazione, scaricatore di condensa con *by-pass*, valvole di sicurezza, trasmettitore di pressione, trasmettitore per controllo pressione vapore motore agli eiettori con indicatori locali, trasmettitore di pressione per controllo aspirazione incondensabili con indicatore locale.

	REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSIO	REV. 0	
	S.I.A. - Quadro di riferimento progettuale	PAG. 44/154	

Il consumo di vapore è circa 200 kg/h di vapore vivo; la pressione di esercizio del vapore 41 bar g, e temperatura del vapore 405 °C.

Il sistema di evacuazione drenaggio tubazione adduzione vapore al condensatore ad aria è costituito da un serbatoio di raccolta condensato, completo di indicatore di livello a riflessione, *tre level switches* di cui due per azionamento dello svuotamento (a eiettori) ed una per allarme alto livello, valvola a sfera con servomotore pneumatico per azionamento alimentazione eiettori, valvole di intercettazione in aspirazione o mandata eiettori, manometro a quadrante.

L'impianto è dotato di una valvola di sicurezza a tenuta idraulica, secondo le norme HEI.

Il sistema di regolazione invio condensato è composto di un trasmettitore di livello applicato al pallone di raccolta condensato, valvole di regolazione modulanti pneumatiche complete per estrazione e ricircolo condensato, valvole di intercettazione manuali e di by-pass.

Il gruppo delle pompe del condensato è stato dimensionato con portata 120% del CNT. Le due pompe, una in esercizio ed una di riserva, hanno le seguenti caratteristiche di massima:

- portata nominale 30 m³/h
- NPSH 3 m (a quota zero)
- prevalenza 12 bar.a
- potenza motore 35 kW

Il gruppo pompe sarà fornito completo di trasmettitori di pressione in mandata, di valvole di intercettazione e di non ritorno, di trasmettitori differenziale sui filtri di aspirazione.

3.8.1.1 Degasatore

Il degasatore è composto di una torretta degasante e di un serbatoio polmone dove è raccolta l'acqua trattata.

Il collegamento flangiato tra la torretta e il serbatoio è dimensionato, onde diminuire le pulsazioni di pressione durante le variazioni di carico.

Le selle di appoggio hanno ognuna una piastra di rinforzo per la distribuzione del carico, delle quali una fissa ed una mobile per consentire la libera dilatazione del corpo.

La torretta degasante è del tipo verticale, costruita in acciaio al carbonio, con zona di atomizzazione costituita da ugelli di acciaio inox e zona scambio termico in controcorrente tra acqua e vapore, costituita da piatti forati in acciaio inox.

La torretta è dotata di passo d'uomo flangiato.

Il serbatoio polmone è del tipo cilindrico, orizzontale, costruito in lamiera di acciaio al carbonio e completo di passo d'uomo flangiato.

Sia la torretta, che il serbatoio di accumulo, sono esternamente coibentati con materiale isolante rivestito da lamierino in alluminio.

Esso assicurerà un funzionamento stabile, senza colpi di ariete, fluttuazioni, evaporazioni nelle tubazioni di aspirazione delle pompe di alimento.

La capacità del serbatoio di accumulo sarà di almeno il 20 % della portata di acqua alle condizioni di massima alimentazione. Rispetto allo spessore di calcolo, sarà previsto un sovrappessore di corrosione non inferiore ad 1,5 mm.

L'apparecchio è progettato e collaudato secondo le normative PED.

3.8.1.2 Circuito di preriscaldamento a bassa pressione

Sulla linea del condensato al degasatore è previsto uno stadio finale di preriscaldamento, nel quale si realizza, usufruendo dell'entalpia residua dei fumi a valle del sistema DeNOx, un innalzamento della temperatura condensato da 51°C a 86°C.



3.8.2 Pompe alimento caldaia

Il gruppo delle pompe alimento è sistemato all'interno del locale turbogeneratore; il gruppo è composto da n° 2 pompe, ciascuna dimensionata per il 120% della portata in ingresso caldaia.

Le pompe sono del tipo orizzontale, centrifughe e multistadio.

3.8.3 Stazione di by-pass vapore vivo per alimentazione utenze MP

È previsto un sistema di alimentazione delle utenze MP, con vapore vivo dal collettore AP d'ingresso turbina, opportunamente atemperato, da attivare in avviamento, ai bassi carichi turbina e in caso di blocco macchina.

	REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
S.I.A. - Quadro di riferimento progettuale		PAG. 45/154	

3.8.4 Stazione bypass vapore vivo al condensatore raffreddato ad aria



In caso di blocco, o breve manutenzione della turbina, un sistema di by-pass provvede a inviare il vapore direttamente al condensatore, isolando il gruppo di produzione.

La funzione principale del by-pass è di ridurre la pressione e la temperatura del vapore, prima dell'inizio della fase di condensazione.

Il complesso è costituito di una valvola pneumatica di riduzione pressione, di valvola pneumatica di regolazione acqua di atterramento, e dump tube per lo scarico del vapore nel condotto di scarico turbina.

3.8.5 Gru a ponte di servizio al turboalternatore e gruppo pompe

A servizio del gruppo turboalternatore è installata una gru a ponte bitrave a cassone, costituita da un ponte scorrevole con carrello argano e gancio di sollevamento.

	REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	S.I.A. - Quadro di riferimento progettuale	PAG. 46/154	

3.9 IMPIANTI ELETTRICI

3.9.1 Arrivo linea MT

L'impianto ha lo scopo di convertire l'energia termica resa dalla combustione dei rifiuti solidi urbani in energia elettrica. L'energia prodotta, al netto degli utilizzi di centrale, verrà totalmente immessa sulla Rete Elettrica Nazionale. Una linea elettrica a 15kV, attestata al locale utente della cabina elettrica ENEL, sarà il punto di connessione verso la rete. La connessione elettrica sarà del tipo bidirezionale, quindi, nelle normali condizioni di funzionamento, una parte dell'energia prodotta dall'alternatore sarà utilizzata per alimentare gli impianti di centrale, mentre la parte restante verrà immessa sulla Rete Elettrica e venduta al mercato libero.

A servizio della centrale sarà realizzato un sistema di protezione improntato a rendere massima la disponibilità di energia e minima l'incidenza di eventuali guasti. A tal fine, tutte le unità di protezione saranno di tipo a microprocessore, così da poter effettuare i necessari coordinamenti logici. Il sistema di protezione generale (SPG) ed il sistema di protezione di interfaccia (SPI) dell'utente saranno dotati di tutte le protezioni previste dalla Norma CEI 0-16, integrati con quanto eventualmente richiesto dal Gestore di Rete Locale. Saranno utilizzati cavi elettrici isolati in gomma etilenpropilenica (G7), guaina in PVC, schermati e tensione di isolamento $U_0/U=12/20kV$.

3.9.2 Generatore elettrico MT

L'energia elettrica sarà prodotta mediante un alternatore (GE1) della potenza di 7MW, con un fattore di potenza pari a 0,8 e tensione nominale di 6kV. A valle del generatore sarà presente un trasformatore elevatore MT/MT (TR1) 6/15 kV che provvederà ad adattare la tensione d'uscita dell'alternatore ai parametri della Rete Elettrica. Attraverso questo trasformatore (e del quadro elettrico di media tensione QEMT1) l'energia elettrica prodotta e non utilizzata in centrale sarà convogliata verso la Rete Elettrica. Per il collegamento elettrico saranno utilizzati cavi elettrici isolati in gomma etilenpropilenica (G7), guaina in PVC, schermati e tensione di isolamento $U_0/U=6/10kV$.

3.9.3 Trasformazione MT/BT

A valle del quadro elettrico di media tensione QEMT1 saranno installati n° 2 trasformatori MT/BT (TR2 e TR3) che provvedono ad abbassare la tensione di Rete 15/0,4 kV ai valori richiesti dalle utenze in campo. Di seguito la potenza elettrica e l'applicazione dei trasformatori:

- TR2: 1250 kVA, alimentazione power center linea;
- TR3: 1250 kVA, alimentazione utenze ciclo termico e ausiliari linea;

Il collegamento elettrico lato MT (primario) sarà realizzato con cavi elettrici isolati in gomma etilenpropilenica (G7), guaina in PVC, schermati e tensione di isolamento $U_0/U=12/20kV$. Il collegamento elettrico lato BT (secondario) sarà realizzato con cavi elettrici non propaganti l'incendio isolati con gomma etilenpropilenica (G7), guaina in PVC, tensione nominale di isolamento $U_0/U=0,6/1kV$.

3.9.4 Gruppo elettrogeno

Per assicurare la continuità di funzionamento dell'impianto, la sicurezza dello stesso e degli operatori sarà installato un gruppo elettrogeno diesel di emergenza (GED1); nel caso di mancata alimentazione (guasti, disservizi temporanei, ecc..) provvederà ad alimentare le sezioni:

- forno-caldaia;
- trattamento fumi;
- acqua caldaia e reagenti;
- aria compressa e gasolio;
- produzione elettrica;
- pressurizzazione rete antincendio.



Il gruppo diesel di emergenza sarà costituito da un motore diesel accoppiato ad un generatore sincrono debitamente installati su un basamento comune. Il gruppo sarà collegato al quadro elettrico generale di Bassa Tensione.

Il gruppo elettrogeno avrà un uscita 400/230V e una potenza elettrica apparente pari 1000 kVA. Il collegamento elettrico verso il quadro elettrico BT sarà realizzato con cavi elettrici non propaganti l'incendio isolati con gomma etilenpropilenica (G7), guaina in PVC, tensione nominale di isolamento $U_0/U=0,6/1kV$.

3.9.5 UPS

E' prevista l'installazione di un UPS (uscita trifase) di potenza pari a 20kVA, con autonomia di 60 minuti, per garantire l'alimentazione ai sistemi di controllo e protezione di centrale (PLC, PC, strumentazione elettronica di controllo, ecc..), ovvero, le parti di impianto che necessitano della continuità assoluta di servizio.

Nella sala quadri, sezione MT, sarà installato un UPS (uscita monofase) con potenza apparente non inferiore ai 2000VA per l'alimentazione dei circuiti di sgancio di emergenza.

	REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	S.I.A. - Quadro di riferimento progettuale	PAG. 47/154	

3.9.6 Quadri elettrici MT

I quadri di media tensione, installati nel locale quadri interno all'edificio ciclo termico, saranno del tipo del tipo addossabile a parete e corredati di apparecchiatura di protezione (interruttori) sotto vuoto di caratteristiche nominali adeguate alle condizioni di impiego; l'interconnessione di media tensione è prevista in cavo posato in cavidotto con raccordi (dove necessario) in canalina di acciaio zincato secondo modalità e prescrizioni che saranno specificate in sede di progettazione esecutiva. Il Quadro sarà dotato di tutti gli interblocchi necessari per prevenire errate manovre che possano compromettere oltre che l'efficienza e l'affidabilità delle apparecchiature, la sicurezza del personale addetto all'esercizio dell'impianto. I quadri di media tensione saranno dotati di unità di misura e protezione elettroniche a microprocessore.

3.9.7 Quadri elettrici BT

Per quanto riguarda i quadri principali di bassa tensione saranno del tipo "power center" addossabili e non addossabili a parete in funzione della disposizione che sarà ottimizzata in sede di progettazione esecutiva degli impianti. I quadri power center potranno, quindi, anche essere del tipo addossabile a parete provvisti in questo caso di apparecchiatura di protezione con attacchi anteriori e con caratteristiche di segregazione fra le unità funzionali.

Per quanto attiene ai quadri di distribuzione secondaria saranno del tipo autoportante addossabili a parete e generalmente corredati di interruttori scatolati o modulari a seconda dei casi con potere di interruzione adeguato al livello di guasto presunto nel punto di installazione.

Infine, per quanto riguarda i quadri Motor Control Center saranno costituiti da scomparti modulari di tipo prefabbricato tra di loro componibili. La struttura di ogni scomparto sarà del tipo autoportante, realizzata mediante l'impiego di lamiera di acciaio preverniciato. I pannelli e le lamiere di separazione saranno realizzati con lamiera pressopiegata. I quadri saranno a semplice fronte con accessibilità solo anteriore, pertanto gli scomparti verticali potranno essere addossati a parete oppure installati retro contro retro per costituire quadri a doppio fronte.

I quadri saranno costituiti da cassette segregate con pannello anteriore realizzato in materiale isolante su cui saranno montati i controlli e le segnalazioni.

3.9.8 Distribuzione elettrica FM

E' prevista una distribuzione della forza motrice, che partendo da ciascun quadro elettrico BT, si diramerà per l'intero sito, nello specifico guarderà:

- l'alimentazione elettrica delle utenze in campo;
- l'alimentazione elettrica dei gruppi prese dislocati all'interno dell'impianto e a servizio degli operatori per eventuali manutenzioni o lavorazioni varie.

La distribuzione sarà realizzata tramite cavi elettrici non propaganti l'incendio isolati con gomma etilenpropilenica (G7), guaina in PVC, tensione nominale di isolamento $U_0/U=0,6/1kV$.

Le vie cavo saranno distinte e sufficientemente distanziate da:

- linee elettriche media tensione;
- linee elettriche per il collegamento di sensori e strumenti di comando/controllo.



Le vie cavo principali saranno realizzate con canaline chiuse in acciaio zincato di dimensioni adeguate al numero di cavi elettrici posati all'interno e tenendo conto che dovrà essere occupata non più del 60% della sezione delle stesse. Le vie cavo secondarie, ad esempio le derivazioni verso le utenze, saranno realizzate con tubazione in acciaio zincato (tipo TAZ) e con raccordi ad innesto rapido. Anche per le vie cavo realizzate con tubazioni, i cavi elettrici posati all'interno non potranno impegnare una sezione maggiore del 60% delle stesse. Per quanto riguarda le vie cavo realizzate con tubazioni, indipendentemente dal diametro di quest'ultime, ogni due cambi di direzione sarà installata una cassetta di derivazione in alluminio; questo al fine di garantire un'adeguata sfilabilità dei cavi all'interno delle tubazione, una più agevole manutenibilità e ispezionabilità dell'impianto.

I punti di accesso alla forza elettromotrice, dislocati all'interno dell'impianto, saranno realizzati per mezzo di centralini prese (3F+PE, 3F+N+PE, F+N+PE) con corpo in alluminio e grado di protezione non inferiore a IP55, alloggiato su piastra base in acciaio zincato preverniciato.

3.9.9 Illuminazione

L'illuminazione dei locali facenti parte dell'intero impianto sarà suddivisa in tre diversi circuiti elettrici, quali:

- illuminazione principale

	REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	S.I.A. - Quadro di riferimento progettuale	PAG. 48/154	

- illuminazione di emergenza
- illuminazione esterna

3.9.9.1 *Illuminazione principale*

L'illuminazione principale degli edifici sarà articolata nei seguenti impianti specifici:

- illuminazione ordinaria;
- illuminazione di rinforzo.

L'illuminazione ordinaria (o di servizio) dovrà garantire adeguati livelli di illuminamento ed uniformità per consentire di effettuare in sicurezza e con un buon confort visivo le normali manovre operative.

Data la peculiarità delle attività svolte nell'impianto, in punti specifici dell'impianto (ad esempio locali forno-caldia, turbina, ecc.) sarà prevista un'illuminazione di rinforzo tale garantire un ottimale campo visivo necessario per particolari tipi di lavorazioni.

L'illuminazione principale garantirà la corretta illuminazione degli ambienti affinché ciascun operatore possa svolgere la propria attività. A seconda degli ambienti sarà valutata, con maggior dettaglio nella progettazione esecutiva, la possibilità d'installare:

- o proiettori industriali per gli ambienti con soffitti alti o per l'illuminazione esterna;
- o riflettori industriali per gli ambienti interessati da lavorazioni svolte da operatori;
- o armature stradali per l'illuminazione esterna di strade;
- o plafoniere per l'illuminazione di ambienti di piccole dimensioni come sala quadri, uffici, sala controllo, ecc.

Per l'illuminazione ordinaria sarà valutata, con maggior dettaglio nel progetto esecutivo, la possibilità di realizzare un sistema d'integrazione dell'illuminazione diurna, con un conseguente risparmio economico e ottimizzazione del consumo di energia.

3.9.9.2 *Illuminazione di emergenza*

L'illuminazione di emergenza sarà destinata a funzionare quando l'illuminazione ordinaria viene a mancare; questa comprenderà:

- illuminazione di riserva;
- illuminazione di sicurezza.

Il numero e la posizione degli apparecchi illuminanti di emergenza è indicato nel dettaglio sulla planimetria di progetto.

L'illuminazione di riserva, intervenendo nel caso di disservizio dell'illuminazione principale, garantirà un'illuminazione sufficiente per dare la possibilità all'operatore di completare la sua operazione, mettere in sicurezza la propria postazione oppure, in generale, facilitare l'uscita verso le vie di esodo.

Sarà realizzata con:

- o apparecchi di illuminazione con kit di emergenza, costituito dall'insieme dei dispositivi che compongono un apparecchio di emergenza autonomo ad illuminazione non permanente;
- o dotando di un kit di emergenza gli apparecchi di illuminazione ordinaria in modo che possano funzionare anche in emergenza.

L'illuminazione di sicurezza avrà lo scopo di segnalare le vie di esodo in caso di emergenza in modo da garantire la corretta e facile identificazione delle vie di fuga fino ad un luogo protetto.



L'impianto sarà realizzato con apparecchi autoalimentati da 8 W, dotati di batterie al Ni-Cd e pittogrammi indicanti le vie di fuga. Gli apparecchi di illuminazione dedicati a questo scopo saranno installati lungo i corridoi ed in prossimità delle porte di uscita.

3.9.10 *Impianto elettrico di terra*

Sarà realizzato un nuovo impianto di terra che andrà ad ampliare l'impianto esistente. E' prevista la realizzazione di una nuova rete di terra (o l'adeguamento di quella esistente) lungo il perimetro dell'intero impianto.

Saranno, quindi, posati:

- i dispersori di terra, costituiti da uno o più elementi metallici posti in intimo contatto con il terreno e che realizzeranno il collegamento elettrico con la terra;

	REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	S.I.A. - Quadro di riferimento progettuale	PAG. 49/154	

- il conduttore di terra, non in intimo contatto con il terreno destinato a collegare i dispersori fra loro e al collettore (o nodo) principale di terra;
- il collettore (o nodo) principale di terra nel quale confluiranno i conduttori di terra, di protezione, di equipotenzialità;
- il conduttore di protezione parte dal collettore di terra, arriverà in ogni impianto e sarà collegato a tutte le prese a spina o direttamente alle masse di tutti gli apparecchi da proteggere, compresi gli apparecchi di illuminazione con parti metalliche comunque accessibili;
- il conduttore equipotenziale, avente lo scopo di assicurare l'equipotenzialità fra le masse e/o masse estranee;
- la messa a terra di tutte le parti di impianto sarà effettuata collegando le parti interessate ad un impianto di terra unico;

Al dispersore principale faranno capo tutti i conduttori equipotenziali collegati ai dispersori di fatto quali ferri di armatura delle fondazioni e delle costruzioni in cemento armato, così da ridurre la resistenza complessiva del dispersore, a beneficio della protezione delle persone dai contatti indiretti. Sarà inoltre prevista una rete fuori terra a cui saranno collegate tutte le apparecchiature elettriche e le masse metalliche.

Dove necessario saranno installate delle barrette di terra (tipo BTH) alle quali saranno collegate le masse metalliche circostanti.

All'impianto di terra saranno collegati:

- le carcasse ed i centro stella dei trasformatori;
- le carpenterie metalliche dei quadri di media tensione;
- le lame di terra dei sezionatori;
- il secondario dei TA di misura;
- il primario ed il secondario dei TV di misura;
- gli scaricatori di sovratensione;
- le barre di terra e le strutture metalliche dei quadri elettrici di distribuzione;
- le colonne montanti dell'acqua;
- le colonne montanti del gas;
- i conduttori equipotenziali;
- le parti metalliche dei corpi illuminanti non in doppio isolamento;
- i poli di terra delle prese a spina;
- le parti accessibili dell'impianto elettrico e degli apparecchi utilizzatori normalmente non in tensione, ma che per difetto di isolamento o per altre cause potrebbero trovarsi a tensione pericolosa;
- i canali metallici e/o le passerelle portacavi, nel caso in cui i cavi alloggiati al loro interno non siano in doppio isolamento.

3.9.11 Impianto di rivelazione incendi



L'impianto di rivelazione incendio a servizio dell'impianto sarà del tipo ad indirizzamento singolo, questo sistema è in grado di identificare il sensore che ha dato origine all'arme. Infatti in caso di allarme oltre a provocare lo sbilanciamento in corrente della zona di appartenenza, il sensore per mezzo di una opportuna interfaccia alloggiata nella base dello stesso, trasmette alla centrale un codice che lo identifica in modo inequivocabile. Il codice viene impostato manualmente per mezzo di un banco di Dip switch posto sull'interfaccia.

L'impianto farà capo ad una nuova centrale di allarme incendio, da collocare in Sala Controllo, che gestirà tutti gli elementi di campo costituiti nel complesso da:

- rilevatori puntiformi e ottici di fumo;
- pulsanti manuali di attivazione incendio;
- pannelli ottici/acustici;
- sirene di allarme incendio;
- moduli d'uscita per il comando dei pannelli ottico/acustici;
- moduli d'uscita per il comando delle sirene.

Il numero e la posizione degli elementi di campo è indicato nel dettaglio sulla planimetria di progetto.

Il sistema di rivelazione d'incendio sarà completato con un sistema di segnalazione manuale dell'incendio, costituito da punti di segnalazione manuale. Tali punti saranno realizzati con appositi pulsanti ubicati in luoghi di facile accesso; l'attivazione non deve essere generata da urti accidentali, e quindi il pulsante sarà custodito da apposito vetro protettivo.

	REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	S.I.A. - Quadro di riferimento progettuale	PAG. 50/154	

L'alimentazione elettrica della centrale di rivelazione sarà derivata dalla sezione UPS, inoltre, la centrale stessa sarà corredata di batteria di alimentazione tampone capace di estendere la sua autonomia per 24h.

3.9.12 Impianto di diffusione sonora

L'impianto interfonico sarà costituito dai seguenti elementi:

- centralino;
- posti interfonici;
- circuiti elettrici di cablaggio e collegamento;
- amplificatori di potenza;
- altoparlanti.

L'impianto sarà concepito per le seguenti funzioni:

- chiamata della persona cercata o la diffusione di messaggi attraverso la rete di altoparlanti, a partire da qualsiasi posto interfonico;
- comunicazione tra due o più utenti su una delle linee citofoniche disponibili;
- chiamata e comunicazione diretta verso la Sala Controllo.

Le linee impegnate, sia in chiamata che in conversazione verranno visualizzate da segnali luminosi a luce fissa sul posto che ha impegnato la linea, a luce intermittente su tutti gli altri posti.

La struttura dell'impianto sarà tale da prevedere un posto particolare (sala controllo) verso il quale convergeranno tutte le chiamate degli operatori in campo e dunque non sarà necessario verso questa postazione effettuare la chiamata sulla rete altoparlante, ma sarà prevista una chiamata diretta attraverso pulsante dedicato sui posti interfonici verso il posto di sala controllo.

L'impianto interfonico in oggetto sarà equipaggiato con una configurazione minima di:

- n° 1 linea di chiamata su altoparlante;
- n° 2 linee di conversazione;
- n° 1 linea di chiamata diretta verso la postazione "Sala Controllo".

La disposizione in campo delle postazioni è riportata negli elaborati tecnici di progetto.

3.9.13 Linee elettriche di cablaggio utenze in campo verso il sistema di controllo (DCS)

L'impianto è gestito e monitorato integralmente a mezzo di un sistema di controllo centralizzato che si interfaccia con i sistemi di supervisione delle singole sezioni d'impianto. La regolazione ed il controllo delle varie sezioni di impianto avviene mediante logica PLC. L'impianto è corredata di tutta la strumentazione atta a rilevare sia in campo che da sala controllo i principali parametri di esercizio. La strumentazione di tipo elettrico è collegata alla sala controllo mediante linee dedicate e/o multicavo, ove necessario schermate, posate in canaline distinte da quelle della distribuzione della potenza in BT.

In particolare i collegamenti elettrici verso il sistema di controllo (DCS) riguarderanno:



- interfacce con turbina a vapore;
- regolazione by-pass;
- regolazione reintegro;
- allarmi e blocchi;
- depurazione fumi;
- trasporto ceneri;
- alimentazione rifiuti e griglia;
- generatore di vapore;
- ausiliari.

3.9.14 Pulsantiere locali per comando impianti

Per il comando in campo degli impianti saranno installate pulsantiere locali con i pulsanti necessari per la gestione stessa in loco (es. start/stop, senso di rotazione, emergenza, selettore locale/remoto) corredata di chiave di blocco. Saranno installate in punti facilmente accessibili e con ampia visibilità dell'impianto o sistema che controllano. In funzione del tipo di applicazione potranno essere fisse o mobile, inoltre, in relazione all'ambiente di installazione sarà valutata la necessità di utilizzare carpenteria metallica (es. alluminio) oppure in PVC.

3.9.15 Circuiti per il sezionamento in caso di emergenza

All'interno della centrale saranno installati più pulsanti dedicati al sezionamento di emergenza.

	REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSIOLO	REV. 0	
	S.I.A. - Quadro di riferimento progettuale	PAG. 51/154	

A seconda della loro ubicazione, i pulsanti potranno agire:

- sullo sganciatore di apertura dell'interruttore di macchina dell'alternatore posto nel quadro bordo macchina dello stesso;
- sullo sganciatore di apertura dell'interruttore posto nel quadro QEMT1,
- sugli sganciatori di apertura degli interruttori posti nel quadro QEMT2,
- sugli sganciatori di apertura degli interruttori posti nel quadro QEMT3,
- sul gruppo elettrogeno, inibendone l'uscita,
- sugli UPS, inibendone l'uscita.

Saranno realizzati idonei circuiti "di trascinamento" che determino l'apertura degli interruttori generali di bassa tensione a valle dei trasformatori MT/MT e MT/BT, ogni volta che si provvederà, per qualunque motivo, all'apertura di uno degli interruttori MT a monte. I comandi saranno costituiti da pulsanti di sgancio installati sotto vetro frangibile in apposite cassette di colore rosso poste così come indicato negli elaborati grafici di progetto. I pulsanti agiranno sugli sganciatori di apertura attraverso circuiti alimentati dai gruppi di continuità posti nella cabina di trasformazione MT/BT ed all'interno del locale quadri di sottostazione che avranno lo scopo di garantire l'alimentazione dei circuiti di sgancio anche in assenza di tensione.

Ciascun pulsante sarà corredato da apposita lampada spia di presenza tensione posta in parallelo al contatto e da cartello monitor con indicato "Pulsante di Emergenza" e la relativa funzione svolta. Dovrà inoltre essere applicata una targhetta che indichi "Attenzione, in caso di lampadina spenta controllare il funzionamento del circuito per lo sgancio di emergenza!". Considerato lo scopo dei circuiti, si avrà cura di limitare al minimo indispensabile il numero delle connessioni e dei componenti, allo scopo di garantire la massima affidabilità dell'insieme.

3.9.16 Soluzioni per l'efficienza energetica

Al fine di migliorare l'efficienza energetica dell'intero impianto elettrico saranno adottati i seguenti accorgimenti:

- impiego di inverter/softstart associati ai motori elettrici;
- controllo dell'illuminazione ordinaria (di servizio) con sistemi ad integrazione dell'illuminazione diurna. Sarà valutata la possibilità di adottare le seguenti soluzioni:
 - o integrazione dell'illuminazione diurna con controllo automatico (sistemi dimmerabili -tipo DALI);
 - o alimentazioni elettriche multiple dei corpi illuminanti, con la possibilità di un accensione separata in funzione dell'illuminazione diurna disponibile (controllo manuale).

3.9.17 Sistema di regolazione e controllo

Il sistema di regolazione e controllo è concepito per garantire:

- controllo del carico termico e della combustione dei rifiuti;
- controllo della temperatura alla fine della camera di postcombustione (T_{2sec}), per garantire il rispetto dei valori e dei tempi prescritti per legge;
- controllo del recupero del calore mediante produzione di vapore surriscaldato;
- controllo dei sistemi di abbattimento fumi.

3.9.17.1 Controllo del carico termico e della combustione dei rifiuti



La stabilità nella combustione dei rifiuti, in un impianto a griglia, è la condizione indispensabile per un buon controllo delle emissioni, un elevato rendimento termico e una sollecitazione molto costante dei componenti con riflessi positivi sull'affidabilità generale dell'impianto.

Un personale d'esercizio efficacemente addestrato consente di raggiungere questi obiettivi, ma solo con notevole impegno di risorse, attenzione e con un'applicazione costante.

Automatizzare il processo di controllo della combustione consente di mantenere i livelli produttivi desiderati all'interno di standard poco influenzabili dai singoli conduttori che, sollevati da compiti operativi ricorrenti, possono aumentare il controllo generale dell'impianto.

Lo scopo principale di tale sistema è di mantenere una portata vapore prodotta dalla caldaia costante e più elevata possibile, rispettando tutti i parametri funzionali ed i limiti tecnici per la corretta combustione dei rifiuti, evitando così i continui interventi e le correzioni manuali da parte dei conduttori.

Questo tipo di gestione automatica della combustione deve agire su una continua regolazione dei parametri (portate e distribuzione delle arie, movimento delle griglie e alimentatore, ecc), per adattarli ai rifiuti immessi in camera di

	REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	S.I.A. - Quadro di riferimento progettuale	PAG. 52/154	

combustione ed ottenere, nelle condizioni di esercizio normale, un funzionamento stabile che si traduce in una portata costante del vapore prodotto.

Il sistema automatico di controllo della combustione utilizza per il suo funzionamento la strumentazione già prevista per la normale conduzione e gestione dell'impianto. Non sono utilizzate quindi strumentazioni originali o appositamente installate; è comunque posta particolare attenzione alla qualità delle misure e alla loro disponibilità, avendo l'accortezza di ridondare le misure più critiche.

La regolazione della combustione deve rispondere alle variazioni delle caratteristiche dei rifiuti che effettivamente entrano nella camera di combustione.

Identificato il modo di caratterizzare i rifiuti immessi in camera di combustione, e la loro variazione nel tempo, è modificato di conseguenza il funzionamento degli azionamenti principali che realizzano la combustione dei rifiuti che sono:

- l'alimentatore - definendone la corsa in lunghezza e la sua velocità;
- le griglie - modificando l'azionamento e la loro velocità di movimento;
- le arie - modificando sia la portata totale che la distribuzione.

Ulteriori variabili che influenzano l'impostazione della regolazione risultano essere:

- il tenore di ossigeno in camera di combustione;
- l'altezza dello strato dei rifiuti nella zona di combustione;
- le temperature misurate nelle diverse zone della camera di combustione.

3.9.17.2 Controllo della temperatura in camera di postcombustione (T_{2sec})

La legge prescrive che i fumi si mantengano a una temperatura superiore a 850°C per un tempo minimo di 2 secondi dall'ultimo ingresso d'aria di combustione.

Il sistema di controllo del carico è impostato per ottemperare a questa prescrizione. Vi sono però delle condizioni transitorie durante le quali, con il solo apporto dei rifiuti, la temperatura richiesta non è raggiunta. Per questo motivo, il forno è dotato di due bruciatori ausiliari a metano che si avviano in regolazione automatica allorché la temperatura tende a scendere sotto la soglia impostata.

La strumentazione indispensabile per modellare la T_{2sec} risulta:

1. misuratori di temperatura (pirometri ottici) alla quota dei 2 sec di permanenza dei fumi nell'intervallo di funzionamento 60% CTN al CTM;
2. misuratori di temperatura (termocoppie) posti al tetto del primo canale;
3. misuratori della portata di vapore surriscaldato.

Il carico termico della linea è definito dalla portata di vapore surriscaldato; a ogni valore del carico corrisponde una portata di fumi e quindi una 'elevazione' nella camera di postcombustione alla quale va misurata la T_{2sec} . La posizione più elevata è quella corrispondente al CTM.

L'interpolazione della temperatura sulla base del carico termico è fatta linearmente tra il 60% del CTN e il CTM.



Se la temperatura, calcolata al livello corrispondente al carico termico, tende ad avvicinarsi alla soglia degli 850°C, si attivano in sequenza i due bruciatori ausiliari; i medesimi si disalimentano quando la condizione è ripristinata.

3.9.17.3 Controllo del recupero del calore mediante produzione di vapore surriscaldato

La stabilità della produzione di vapore è assicurata dal controllo del carico e della combustione.

Nel tempo, la caldaia subisce un degrado dello scambio termico dovuto allo sporcamento delle superfici di scambio. Questo fattore determina delle variazioni rilevanti delle temperature dei fumi, che possono incrementare i fenomeni corrosivi e influenzano in modo negativo il controllo della temperatura del vapore surriscaldato e il corretto funzionamento della sezione trattamento dei fumi.

La stabilità della temperatura del vapore surriscaldato, importante ai fini della produzione di energia elettrica, è assicurata, oltre che da un corretto dimensionamento lato fumi, da tre attemperatori ad iniezione posti in posizione intermedia tra i banchi surriscaldatori.

	REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSIO	REV. 0	
	S.I.A. - Quadro di riferimento progettuale	PAG. 53/154	

Fondamentale risulta il valore della temperatura di ingresso ai banchi surriscaldatori: è ormai ben noto come temperature dei fumi inferiori a 600-620°C riducano in modo notevole l'attacco corrosivo. La stabilità di quest'ultima temperatura assicura, nello stesso tempo, minori fluttuazioni e quindi migliore controllo della temperatura del vapore surriscaldato.

La strumentazione dedicata al raggiungimento dello scopo e considerata indispensabile è costituita da sonde per la rilevazione di:

- temperatura dei fumi alla sommità del primo canale verticale;
- temperatura dei fumi all'ingresso del canale orizzontale convettivo (a monte del primo banco evaporatore);
- temperatura fumi ingresso surriscaldatore SH₃;
- temperatura vapore a monte e a valle del banco finale e del penultimo banco del surriscaldatore;
- temperatura dei fumi all'uscita dell'economizzatore di coda;

L'obiettivo è il mantenimento entro intervalli contenuti delle seguenti temperature:

- temperatura dei fumi nella parte alta dei canali radianti;
- temperatura dei fumi in ingresso area convettiva e di conseguenza ingresso surriscaldatore più esposto;
- temperatura dei fumi uscita caldaia;
- temperatura del vapore surriscaldato prodotto.

Per ogni temperatura è previsto un dispositivo automatico o ad azionamento manuale che permette il processo di controllo e l'azionamento necessario.

3.9.17.4 Controllo dell'acidità dei fumi

Per l'abbattimento della componente acida di fumi è previsto l'impiego di un reagente alcalino, il bicarbonato di sodio, in un reattore dedicato. Il controllo ha la funzione fondamentale e preminente di contenere le emissioni acide (HCl, HF, SO₂) entro i valori garantiti.

Esso ha anche altre due funzioni:

- contenere allo stretto indispensabile il consumo di bicarbonato di sodio;
- eliminare i picchi di acidità all'ingresso della sezione di trattamento in modo da facilitare il dosaggio del bicarbonato stesso.

La strumentazione necessaria al raggiungimento dello scopo è la seguente:

- FTIR uscita filtro elettrostatico;
- FTIR a camino;
- misuratore di contenuto di O₂ a camino;
- misuratore di portata fumi a camino;
- misuratore di umidità fumi a camino.



La regolazione automatica del dosaggio del bicarbonato è definita del tipo FORWARD-FEEDBACK, e si basa sulla determinazione della quantità di bicarbonato di sodio da iniettare nei fumi partendo dalle seguenti misure automatiche, tutte realizzate in continuo:

- HCl_{IN}, a monte dell'iniezione del reagente;
- SO_{2IN} a monte dell'iniezione del reagente;
- HCl_{OUT} al camino;
- SO_{2OUT} a monte dell'iniezione del reagente;
- O_{2OUT} al camino;
- Portata fumi_{OUT} al camino;
- Umidità fumi_{OUT} al camino.

3.9.17.5 Denitrificazione dei fumi

Il trattamento dei fumi è completato da un reattore catalitico in coda avente la funzione di ridurre il contenuto di ossidi d'azoto e completare la riduzione dei microinquinanti organici. L'obiettivo è raggiunto iniettando della soluzione ammoniacale al 25 % prima dell'ingresso al catalizzatore.

Il controllo ha la funzione di contenere le emissioni di NO_x entro i limiti garantiti e assicurare:

	REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSIOLO	REV. 0	
	S.I.A. - Quadro di riferimento progettuale	PAG. 54/154	

- un consumo ridotto di soluzione ammoniacale;
- uno slip contenuto di ammoniaca nei fumi al camino.

La temperatura di funzionamento del catalizzatore si attesta a circa 180 °C.

A monte del reattore, è posto uno scambiatore fumi/vapore che, mediante un controllo automatico, innalza la temperatura dei fumi al valore richiesto durante fasi transitorie con funzionamento della caldaia in regime 'pulito'.

La strumentazione necessaria al raggiungimento dello scopo è la seguente:

- FTIR uscita filtro elettrostatico;
- FTIR a camino;
- Misuratore di contenuto di O₂ a camino;
- Misuratore di portata fumi a camino;
- Misuratore di umidità fumi a camino;
- Misuratore di portata di ammoniaca;
- Misuratore di temperatura fumi ingresso al catalizzatore.

La quantità di ammoniaca iniettata è determinata in modo automatico dal sistema di controllo, sulla base dei seguenti parametri:

- tenore di NO_x nei fumi grezzi (uscita elettrofiltro) e nei fumi al camino;
- portata fumi, tenore di O₂ e di NH₃ a camino.

La regolazione automatica di cui sopra, si basa sulla determinazione della quantità di ammoniaca da iniettare nei fumi partendo dalle seguenti misure, tutte realizzate in continuo:

- NO_{XIN} a monte dell'iniezione del reagente;
- O_{2IN} a monte dell'iniezione del reagente;
- NO_{XOUT} al camino;
- NH_{3OUT} al camino;
- O_{2OUT} al camino;
- Portata fumi_{OUT} al camino;
- Umidità fumi_{OUT} al camino.

La portata di ammoniaca è controllata da una valvola regolatrice sotto un PID, il cui set point, tenendo conto della portata fumi e della concentrazione degli NO_x nei fumi grezzi, è funzione del valore di NO_x richiesto al camino.

3.9.17.6 Ulteriori principali controlli automatici

Nell'elenco rientrano i principali controlli definiti come tradizionali, in altre parole tipici delle centrali termoelettriche:

- depressione (tiraggio) in camera di combustione

Il segnale di depressione agisce sull'inverter di comando del motore, ovvero sul numero di giri del ventilatore fumi: il medesimo ventilatore è dotato anche di serranda di regolazione sull'aspirazione che viene inserita in caso di fuori servizio dell'inverter by-passabile per avaria.

- livello nel corpo cilindrico caldaia



Il controllo di livello è a tre componenti (livello, portata vapore sh, portata acqua alimento), garantisce regolazione anche in presenza di variazioni brusche di carico termico.

- pressione in caldaia

Le valvole di ammissione in turbina controllano la pressione in caldaia. Nel caso di superamento della pressione, interviene la valvola di riduzione e desurriscaldamento che by-passa una parte del vapore direttamente al condensatore.

- pressione collettore vapore di media pressione

Il vapore raggiunge il collettore dallo spillamento della turbina o dalla stazione di riduzione e desurriscaldamento che lamina il vapore ad alta pressione. In caso di bassa pressione sulla linea, o comunque con la turbina ferma, la valvola riduttrice si apre modulando la pressione nel collettore.

	REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	S.I.A. - Quadro di riferimento progettuale	PAG. 55/154	

- vuoto nel condensatore

Il condensatore è raffreddato con aria ventilata. Agendo sulle ventole è regolata la temperatura e quindi il vuoto; e presente un circuito del vuoto (ed estrazione incondensabili) ad eiettori alimentati con vapore vivo.

- pressione e livello nel degasatore

Il vapore di degasaggio è prelevato dal collettore di media pressione tramite una valvola regolatrice che garantisce la pressione e quindi la temperatura nel degasatore. Il livello nel serbatoio dell'acqua di alimento è garantito dalla regolazione della portata delle condense, e dal reintegro di acqua demineralizzata al pozzo caldo.

3.9.17.7 Caratterizzazione del sistema di controllo distribuito (DCS)

Il sistema di controllo è, in sostanza, il sistema nervoso di un impianto. Attraverso il sistema di controllo, i sensori e gli strumenti installati nelle varie sezioni dell'impianto comunicano le loro letture a una "intelligenza" centrale, detta CPU, dove sono installate le logiche di regolazione e di controllo. Nella CPU i segnali provenienti dalla periferia sono elaborati e, in funzione delle logiche, sono generati altri segnali di risposta, diretti agli azionamenti installati nell'impianto. Questi azionamenti sono i motori elettrici, i cilindri pneumatici o oleodinamici, le elettrovalvole e i relè installati presso le zone periferiche dell'impianto. Gli azionamenti impongono movimenti ai dispositivi finali la cui azione ha una conseguenza diretta sul processo generale o sul sotto-processo di cui fanno parte.

Questi dispositivi sono le pompe, i ventilatori, le valvole, le serrande, gli interruttori.

In sintesi, i segnali provenienti dalla periferia sono elaborati da una logica centrale che genera altri segnali che ritornano alla periferia per modificare le condizioni di processo.

3.9.17.8 Descrizione del sistema DCS

I segnali provenienti dalle varie sezioni dell'impianto sono segnali di tipo elettrico, ricondotti alle cassette di giunzione in campo mediante cavo bipolare. Dalle cassette di giunzione i segnali sono trasferiti alle morsettiere contenute in armadi alloggiati in sala quadri (armadi di marshalling), tramite cavi multipli. Dagli armadi di marshalling i segnali sono trasferiti alle schede di input/output (schede I/O) alloggiata negli armadi di sistema posti in sala controllo. Le schede hanno la funzione di acquisire i vari segnali e di trasferirli al DCS. I segnali generati dall'impianto e comunicati al DCS sono circa 5.000, mentre i segnali generati dal DCS e comunicati all'impianto sono circa 2.500. I segnali generati dal DCS e indirizzati alle apparecchiature percorrono il cammino inverso rispetto a quanto descritto.

Nel dimensionamento si è tenuto in considerazione uno spare (spazio per segnali aggiuntivi) del 20%.

I segnali raggiungono quindi il sistema di controllo centrale, dove sono elaborati in funzione di logiche ivi presenti. Il sistema centrale è aperto e le logiche sono modificabili da una stazione operatore detta "di ingegneria".



Oltre ai segnali provenienti dalle schede I/O, il DCS può scambiare informazioni con altre "intelligenze" o sotto sistemi di controllo, presenti in impianto (PLC). Sempre attraverso la comunicazione Modbus RTU avviene quindi un flusso di informazioni nelle due direzioni.

I sottosistemi di controllo più importanti presenti nell'impianto sono:

- a) sistema di controllo della combustione;
- b) sistema monitoraggio fumi a camino;
- c) sistema analisi fumi grezzi;
- d) sistema controllo turbina;
- e) impianto per la produzione di aria compressa;
- f) impianto di produzione acqua demineralizzata.

Questi sistemi presentano un'evidente autonomia di processo rispetto a quello principale. Parallelamente all'autonomia di processo, si prevede un'indipendenza di controllo che si ottiene con PLC locali che dialogano con il DCS.

Il sistema DCS ha anche la funzione di supervisione dell'impianto: dal DCS, mediante cavi di fibra ottica, sono collegate le stazioni di interfaccia. Le stazioni d'interfaccia altro non sono che terminali PC su cui è installato il software di supervisione. La sezione di supervisione e monitoraggio di questo livello è costituita dalle seguenti apparecchiature:

	REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	S.I.A. - Quadro di riferimento progettuale	PAG. 56/154	

- N°1 stazione operatore/ingegneria con doppio monitor LCD TFT 19", equipaggiata con tutti i tools e software di sviluppo per la modifica al sistema di supervisione;
- N°2 stazioni operatore/client con doppio monitor LCD TFT 19", per la conduzione dell'impianto;
- N°1 stazione di supervisione sistema di acquisizione, trasmissione, ed elaborazione dati per le immissioni ed emissioni in atmosfera (le caratteristiche di questo sistema sono descritte nell'apposito capitolo);
- N°2 stampanti laser a colore, per la stampa pagine grafiche e trends;
- N°2 stampanti laser monocromatica, per la stampa di allarmi, reports, trend, ecc;
- N°1 router ADSL per teleassistenza.

Nei monitor sono visibili le pagine sinottiche (altrimenti dette mimici) che rappresentano l'impianto nella sua totalità e che riassumono le letture dei parametri principali e degli strumenti più importanti, in modo che l'operatore abbia una immediata lettura dello stato dell'impianto. Oltre alle pagine grafiche, le stazioni operatore sono strutturate per elaborare le letture degli strumenti in campo in grafici e trend: tale funzione permette una visione ancora più immediata dello stato di funzionamento.

Il sistema di controllo produce continuamente messaggi. I messaggi sono allarmi, soglie raggiunte, modifiche di parametri da parte dei sistemi di controllo o da parte dell'operatore. Tutti questi messaggi, come una sorta di scatola nera, sono registrati e possono essere consultati. A questo scopo è importante che tutta la componentistica del sistema sia sincronizzata. È previsto un sistema di sincronizzazione mediante GPS con risoluzione pari a 1 m/sec.

Un aspetto fondamentale del sistema di controllo è la ridondanza dei suoi elementi basilari. Nel presente progetto è prevista la ridondanza delle unità di controllo (CPU), dei sistemi di comunicazione, dei moduli di alimentazione e delle schede I/O più critiche. Si prevede la ridondanza a caldo, in grado cioè di fare intervenire l'elemento in stand-by automaticamente e istantaneamente, non appena avviene un'anomalia all'elemento in funzione.

Il sistema include le apparecchiature principali elencate di seguito e tutte le quelle ausiliarie necessarie per un corretto e continuo impiego di tipo industriale e in completa sicurezza:

- apparecchiature e componenti di sistema (unità di controllo, schede I/O, ecc.);
- apparecchiature e componenti di sala controllo (stazioni operatore, ecc.);
- armadi di sistema;
- armadi marshalling;
- armadi distribuzione alimentazioni;
- bus di comunicazione.

3.9.17.9 Ridondanze

Al fine di garantire il massimo grado di disponibilità, l'architettura del sistema di controllo è tale da "tollerare" l'anomalia di un componente, ad eccezione delle schede I/O, senza causare malfunzionamenti e/o incorrette operazioni sul controllo continuo dell'impianto.

A tal fine le seguenti parti e/o componenti di sistema sono previste in configurazione ridondata:



- unità di controllo – CPU;
- bus di comunicazione;
- moduli di comunicazione ed interfaccia;
- moduli di alimentazione;
- schede I/O dedicate alla gestione dei loop critici identificati durante la fase di ingegneria di dettaglio del progetto (in questa prima fase viene assunto il 20% dei segnali A.I./A.O.).

La tipologia di ridondanza è del tipo "a caldo" (hot stand-by) e assicura la commutazione immediata tra l'elemento primario in funzione e l'altro in stand-by, senza che questa provochi interruzioni alla gestione di processo; la suddetta commutazione è comunque sempre segnalata mediante opportuno allarme.

L'elemento danneggiato può essere estratto dal proprio slot e ripristinato senza togliere alimentazione al sistema o generare malfunzionamenti al medesimo.

3.9.18 Impianti ausiliari

Per il corretto funzionamento dell'impianto di termovalorizzazione sono inoltre previsti i seguenti package:

	REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	S.I.A. - Quadro di riferimento progettuale	PAG. 57/154	

- sistema di produzione, stoccaggio e distribuzione dell'acqua demineralizzata;
- sistema di produzione, stoccaggio, e distribuzione dell'aria compressa per servizi e strumenti;
- sistema antincendio;
- impianto illuminazione interna ed esterna,
- impianto di terra e protezione contro le scariche atmosferiche;
- impianto di generazione energia elettrica di emergenza;
- impianto telefonico e interfonico;
- impianto TV circuito chiuso;
- uffici, laboratorio, servizi, ecc.

3.9.19 Esercizio normale ed in emergenza

3.9.19.1 Esercizio in condizioni normali

L'esercizio dell'impianto di termovalorizzazione è previsto in modo continuo, 24 ore al giorno per 7 giorni alla settimana, con le sole fermate previste per la manutenzione programmata.

L'impianto può funzionare continuamente al carico termico massimo di progetto ed in modo completamente automatico, senza la necessità di presidio al di fuori della sala controllo, salvo che per le operazioni di carico dei silos stoccaggio reagenti e di scarico e movimentazione dei prodotti di risulta della depurazione fumi.

Il funzionamento è controllato da un sistema di regolazioni tale che, in funzione di quanto impostato dall'operatore e di quanto rilevato dai trasduttori sul processo, opportuni segnali sono inviati contemporaneamente alle regolazioni delle varie parti costituenti l'impianto per l'adeguamento al carico richiesto e per il mantenimento dei parametri ottimali di funzionamento.

3.9.19.2 Gestione delle condizioni di emergenza

Le principali condizioni di emergenza, riguardo le quali l'impianto è dotato di presidi dedicati, sono:

- a) mancanza forza motrice;
- b) anomalie alla sezione trattamento fumi;
- c) anomalie dello SME;
- d) scoppio di una tubazione della caldaia.

Mancanza forza motrice

In caso di fuori servizio della rete nazionale, l'impianto può normalmente continuare a marciare con il turboalternatore in funzionamento "in isola".

La turbina produce la forza motrice solo per l'autoconsumo dell'impianto; il vapore in esubero è sfiorato al condensatore. Se anche il turboalternatore non è disponibile, l'impianto deve essere fermato.



Il gruppo elettrogeno entra in funzione per le utenze privilegiate:

- e) motori ventilatori tiraggio fumi;
- f) motore delle pompe oleodinamiche di azionamento griglie e spintori;
- g) motore circuito di raffreddamento griglie;
- h) bruciatore ausiliario;
- i) compressori aria;
- j) pompa reintegro acqua demineralizzata al degasatore;
- k) pompa estrazione condensato;
- l) pompa alimento caldaia.

Essendo comunque l'impianto dotato di una turbo pompa, questa entra automaticamente in esercizio in caso di bassa pressione sulla tubazione dell'acqua di alimento.

In considerazione dei presidi previsti, la linea è gestibile fino allo smaltimento dei rifiuti contenuti nel canale di carico e al conseguente raffreddamento dei refrattari e della struttura della caldaia. La serranda sul canale di carico è chiusa quando il livello dei rifiuti è al di sotto del limite di interferenza con la stessa.

Anomalie alla sezione trattamento fumi

	REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	S.I.A. - Quadro di riferimento progettuale	PAG. 58/154	

La sezione è dotata di alcuni accorgimenti che permettono di continuare l'esercizio anche nel caso di anomalie non gravi:

- il filtro elettrostatico è dotato di 2 campi in serie; il fuori servizio di un campo determina solo un leggero aumento degli insolubili nei PSR;
- la linea è dotata di un mulino di riserva per la macinazione e la ventilazione del bicarbonato;
- la foratura di una manica del filtro comporta l'isolamento della relativa cella ed una solo parziale riduzione del carico;
- l'inverter di comando del ventilatore fumi può essere by-passato e il tiraggio viene regolato mediante una serranda di riserva;

Anomalie dello SME

È ormai prassi consolidata predisporre uno o più analizzatori, che possano sostituire gli strumenti dello SME in avaria ed evitare il fermo impianto. Sono disponibili diverse soluzioni impiantistiche: la più semplice e affidabile è costituita da un analizzatore di backup, generalmente uno FTIR identico agli altri presenti nella cabina SME, che, in condizione di guasto, sostituisce l'analizzatore indisponibile. La commutazione avviene mediante un multiplexer a comando manuale, che modifica opportunamente sia le linee di flusso, che la trasmissione dati.

La commutazione avviene automaticamente quando il PC di gestione genera un segnale di errore o di fuori servizio per taratura e provvede alla sostituzione del singolo analizzatore. Non è duplicata, viceversa, la misura delle polveri, perché gli strumenti sono troppo ingombranti e sarebbe difficile allocarli all'interno del camino, la misura del Mercurio e il campionamento delle Diossine perché non richieste dalla Normativa.

Scoppio di un tubo della caldaia

Lo scoppio di una singola tubazione sia dell'evaporatore, sia del surriscaldatore, è sempre un evento critico da gestire con attenzione. Di norma, il tubo si fora e scoppia solo dopo un periodo non breve.

È importante che gli operatori, sulla base di anomalie dei parametri (livello in caldaia, umidità dei fumi, oscillazioni del tiraggio, scompensi tra le portate acqua e vapore, ecc) o segnalazione di rumori dal campo, intuiscano per tempo la presenza della perdita di fluido dal circuito e avviino la procedura di fermata della linea.

3.9.19.3 Modalità di arresto in sicurezza

L'impianto è arrestabile in sicurezza nella quasi totalità delle situazioni che possono venire a verificarsi.

Vi sono due situazioni, da considerarsi rarissime (nella maggior parte degli impianti non si sono mai verificate), per le quali non esiste una procedura di fermata definita.

La loro criticità è tale che le decisioni da prendere dipendono dalle conseguenze che si sono verificate. Le situazioni sono essenzialmente due:

- 1) scoppio di un collettore della caldaia;
- 2) esplosione di una bombola o di un ordigno all'interno del forno.

Scoppio di un collettore

Al contrario di un tubo che in genere inizia a perdere da un foro, il collettore si apre lungo una generatrice sfondandosi.

Questo evento determina la depressurizzazione rapidissima della caldaia e una forte sovra pressione all'interno della linea sul lato fumi. È inoltre quasi certo il calo repentino del livello nel corpo cilindrico. La linea va in blocco in automatico.

La prima operazione è di cercare di mantenere il livello nel corpo cilindrico; la seconda operazione, da gestire con attenzione data la sua pericolosità, è quella di aprire la porta di accesso alla griglia e dall'esterno tramite una manichetta, e spegnere i fuochi. L'operazione è eseguibile con le opportune protezioni personali.

Esplosione di una bombola o di un ordigno

Lo scoppio di una bombola vuota o di qualcuna di piccole dimensione (ad esempio da campeggio) semipiene, non è tale da creare effetti distruttivi.

Purtroppo, tali effetti si verificano allorché la bombola è grossa e piena o semipiena. Le bombole pericolose contengono ossigeno, acetilene o GPL.

La situazione che si viene a creare dipende dai danni provocati dall'esplosione. Se il danno non è gravissimo (sfondamento della griglia e della caldaia), è probabile che si determinino le condizioni analoghe a quelle dello scoppio del collettore e medesime sono le azioni attuabili.

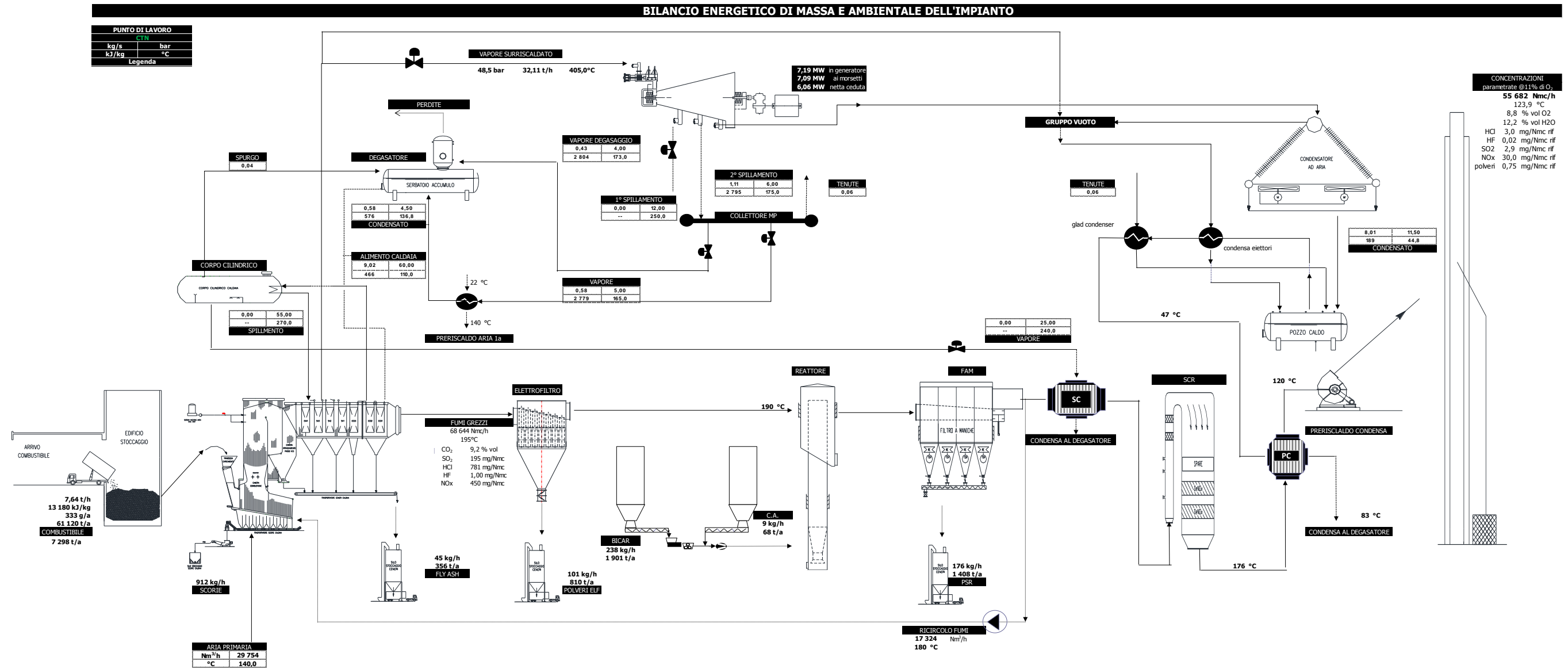


Figura 15 Schema di flusso generale al CTN

3.10 SISTEMA DI DEPURAZIONE FUMI

3.10.1 Generalità sui sistemi di abbattimento degli inquinanti presenti nei fumi

La gamma delle emissioni atmosferiche prodotte dalla termovalorizzazione dei combustibili è di norma più complessa e variegata rispetto ai normali processi di combustione. Questo è da ricondursi sostanzialmente alla forte eterogeneità del combustibile utilizzato.

Nelle emissioni, oltre alla presenza degli inquinanti caratteristici delle combustioni convenzionali, si trovano forme ossidate di sostanze organiche o inorganiche già presenti nei combustibili e composti inorganici vaporizzati o mobilizzati per adsorbimento sul particolato emesso.

In aggiunta a questi vanno poi considerati i processi di riformazione che, a partire da sostanze elementari e precursori, attraverso reazioni eterogenee a bassa temperatura che coinvolgono il particolato e i gas di combustione, originano microinquinanti organoclorurati³.

In linea generale, si suole distinguere il complesso delle emissioni atmosferiche in due classi: i *macroinquinanti*, presenti in concentrazioni rilevanti (mg m^{-3}), ed i *microinquinanti* che, pur se presenti in livelli molto più modesti (mg m^{-3} o ng m^{-3}) possono costituire un rischio ambientale per la loro tossicità e persistenza⁴.

Alla prima categoria appartengono inquinanti tradizionali dei processi di combustione quali monossido di carbonio (CO), ossidi di azoto (NO_x), biossido di zolfo (SO_2), gas acidi (HCl, HF) e materiale particolato.

I microinquinanti si dividono invece in *inorganici*, costituiti essenzialmente da alcuni metalli pesanti (Pb, Cd, Hg), e *organici*, quali diossine, idrocarburi policiclici aromatici (IPA), PCB.

SOSTANZA	CONCENTRAZIONE	
Ceneri	□	15 – 20 %
N	0,5 – 2	%
S	0,1 – 0,5	%
Cl	0,7 – 0,8	%
F	0,01 – 0,002	%
Diossine (TEQ)	8 – 25	mg t^{-1}
PCB	300 – 700	mg t^{-1}
Clorobenzeni	100 – 200	mg t^{-1}
Clorofenoli	600 – 2400	mg t^{-1}
Arsenico	4 – 5	g t^{-1}
Cadmio	3 – 40	g t^{-1}
Cromo	73 – 849	g t^{-1}
Mercurio	0,2 – 7	g t^{-1}
Manganese	175 – 411	g t^{-1}
Piombo	268 – 2500	g t^{-1}
Rame	93 – 2500	g t^{-1}
Zinco	634 – 3500	g t^{-1}

Tabella 7 Intervalli di presenza di sostanze d'interesse ambientale in combustibili solidi urbani europei tal quali e selezionati⁵

3.10.2 Macroinquinanti

Comprendono ossidi di azoto, ossidi di zolfo e gas acidi, oltre a monossido di carbonio e particolato. La formazione di ossidi di azoto, NO e NO_2 , nella combustione dei RU è dovuta principalmente alla ossidazione dei composti azotati presenti nei combustibili.



Infatti, l'azoto atmosferico (N_2) è estremamente stabile rispetto ai legami carbonio-azoto presenti nelle molecole di combustibile e questo si traduce in una energia di attivazione più alta perché avvenga la reazione con l'ossigeno. Ad ogni modo, temperatura elevata ed elevati eccessi di aria sono le condizioni più favorevoli alla formazione di NO_x .

Lo zolfo presente nei RU è di norma dell'ordine di quello presente in oli distillati. Durante la combustione si ha formazione di biossido di zolfo (SO_2), anche se, in presenza di basse temperature, una parte peraltro contenuta di esso può essere ossidata⁶ ad SO_3 .

³ (Hutzinger e Fielder 1994, Addink *et al.* 1990)

⁴ (Cernuschi 1999)

⁵ (fonte: Giugliano 1999)

	GARA PER LA REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	S.I.A. - Quadro di riferimento progettuale	PAG. 61/154	

L'emissione di gas acidi, acido cloridrico (*HCl*) e acido fluoridrico (*HF*) nei processi di combustione è da correlare alla presenza di cloro e fluoro nel combustibile. Nei combustibili tale presenza è quantitativamente consistente e superiore ai combustibili tradizionali. In particolare le fonti principali di cloro sono costituite da polivinilcloruro (*PVC*), polivinilidencloruro (*PVDC*) e dai cloruri di calcio e sodio, mentre il fluoro è presente sotto forma di plastiche fluorurate.

Il particolato fine (indicato con il termine PM_{10} in quanto caratterizzato da particelle con diametro aerodinamico inferiore a $10 \mu m$) è costituito da particelle minute solide o liquide, sospese nell'aria e non visibili ad occhio nudo. Il PM_{10} rappresenta un serio problema sia dal punto di vista ambientale che dal punto di vista del controllo delle emissioni. Alla base della sua problematicità si possono evidenziare:

- La velocità di deposizione estremamente ridotta, al punto che queste particelle permangono nell'aria a lungo se non entrano in contatto con qualche superficie, che ne aumenta il periodo di esposizione per inalazione;
- L'incapacità da parte dei filtri naturali delle vie respiratorie di captarle prima che arrivino ai polmoni e vengano quindi adsorbite sulla superficie delle cellule;
- La elevata area superficiale per unità di massa che incrementa la capacità di trasportare le molecole gassose adsorbite in ogni parte del sistema respiratorio e ivi catalizzare reazioni chimiche e biochimiche;

3.10.3 Microinquinanti inorganici

Sono costituiti prevalentemente da *metalli pesanti* che, oltre a ritrovarsi nei residui solidi (scorie, ceneri e fanghi), possono essere vaporizzati e dunque emessi in fase gas con i fumi di combustione. Il fenomeno si origina dalla vaporizzazione dei metalli in camera di combustione cui fa seguito un processo di condensazione sul materiale particolato più fine⁷.

La mobilitazione dei metalli pesanti risulta inoltre correlata alla disponibilità di cloro nei combustibili che favorisce la formazione di cloruri volatili, tipicamente di cadmio e piombo, e alla presenza di temperature elevate in camera di combustione⁸.

In particolare il *mercurio*, così come i suoi composti, si contraddistingue per l'elevatissima volatilità. Alle alte temperature vaporizza e permane in questa forma nei gas di combustione, rendendo il trattamento di questi ultimi ancor più problematico. La particolare attenzione rivolta al trattamento del mercurio è dovuta al fatto che esso, pur essendo presente nei RU in concentrazioni relativamente modeste, tende a trasferirsi in misura pressoché totale nei fumi, raggiungendo negli effluenti gassosi concentrazioni fino a di 50 mg m^{-3} .

3.10.4 Microinquinanti organici

A questa categoria appartengono composti quali clorobenzeni (*PCBz*), clorofenoli (*PCPh*), idrocarburi policiclici aromatici (*IPA*), policlorodibenzodiossine (*PCDD*), policlorodibenzofurani (*PCDF*) e policlorobifenili (*PCB*).

La loro presenza negli effluenti gassosi è da ricercarsi, essenzialmente, nei processi di formazione da precursori o nelle reazioni di sintesi *de novo* da sostanze elementari.

L'interesse risulta concentrato principalmente sugli *IPA*, sulle *PCDD* e sui *PCDF*.

I processi di formazione degli *IPA* interessano sia quantitativi già presenti nei combustibili e non completamente distrutti dalla combustione, che precursori presenti in zone favorevoli alla sintesi. Alle condizioni garantite dagli attuali trattamenti di termovalorizzazione dei RU, le emissioni di *IPA* risultano largamente inferiori a quelle delle normali combustioni ad olio e carbone.



Le *PCDD* sono formate da due anelli benzenici clorurati legati tra loro da due atomi di ossigeno.



Gli eccessi d'aria, la turbolenza e le elevate temperature garantite dai moderni inceneritori rendono il contributo fornito dalla presenza di queste sostanze nel materiale combustibile trascurabile rispetto ai seguenti processi di formazione:

- ad *alta temperatura* da precursori presenti nei combustibili per reazione omogenea in fase gassosa in camera di combustione;

⁶ (Williams 1994)

⁷ (Linak *et al.* 1993)

⁸ (Giugliano M. 1999)

	GARA PER LA REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	S.I.A. - Quadro di riferimento progettuale	PAG. 62/154	

- a *bassa temperatura* per sintesi *de novo* da sostanze elementari e per sintesi da precursori attraverso reazioni eterogenee che coinvolgono il particolato e i gas di combustione.
-
- La produzione di diossine in camera di combustione (***alta temperatura***) avviene per sintesi da precursori, costituiti principalmente da clorobenzeni, clorofenoli e policlorobifenili.

Quest'ultima risulta la più tossica tra tutte le molecole di PCDD/F, oltre che una delle sostanze più tossiche attualmente conosciute. La "fama" della 2,3,7,8-TCDD è legata all'incidente di Seveso del 1976.

Il miglioramento della tecnica di combustione ha comunque limitato il contributo dei processi di formazione ad alta temperatura, evidenziando, di contro, la quota emissiva legata ai processi di sintesi a *bassa temperatura*⁹.

Riguardo a questa tipologia di formazione sono stati individuati, in generale, due percorsi base:

- *Sintesi da precursori* sulla superficie del materiale captato e non captato. I precursori non devono necessariamente presentare anelli aromatici, più o meno clorurati. Composti alifatici, monociclici e policiclici aromatici con e senza gruppi funzionali possono ricoprire lo stesso ruolo.
- *Sintesi de novo* delle macromolecole organiche da carbonio elementare presente sulla superficie del particolato captato e non captato. L'intervallo di temperatura ottimale per la sintesi *de novo* è compresa tra i 300 °C e i 350 °C, sebbene essa presenti una certa attività anche per intervalli più ampi.

In entrambi i casi, sono due gli elementi essenziali del processo di sintesi: la *superficie utile della fase solida* e la *presenza di catalizzatori*.

Per quanto riguarda la *superficie utile* alle reazioni, il contributo maggiore è dato dalla superficie costituita dal particolato appeso lungo le pareti delle linee di recupero del calore e di trattamento dei fumi. Infatti, il tempo di permanenza che esso presenta in tali ambienti favorevoli alla sintesi è dell'ordine di ore, diversamente dai secondi impiegati dal particolato trascinato dai gas. Quando il flusso gassoso, uscente dalla camera di combustione, rimuove e capta parte di questo materiale, si arricchisce di microinquinanti organici.

In aggiunta vanno considerate le superfici fornite da ossidi di alluminio, silice, silicati ed alluminati, materiali in lana di vetro e refrattari argillosi. Su queste superfici la concentrazione dei reagenti è molto superiore rispetto a quella che si ha nel flusso gassoso, e questo provoca un incremento nella velocità delle reazioni che portano alla formazione dei composti organici complessi.

L'*attività catalitica* è svolta da una serie di metalli presenti in tracce nei combustibili : i cloruri di metalli come il magnesio, lo zinco, il ferro, il nichel, il manganese, il mercurio, il cadmio, lo stagno, il piombo e soprattutto il rame, sono risultati attivi nel processo¹⁰. Un ruolo particolare sembra svolto dal cloruro rameico, tanto che in assenza di CuCl₂, alla temperatura di 300 °C, la presenza di cloro gassoso elementare non comporta alcuna formazione di PCDD o PCDF. La presenza di appena lo 0,08% di Cu²⁺ determina un significativo aumento nella formazione di diossine e furani, mentre nel caso in cui la quantità di rame bivalente presente raggiunga lo 0,24% la formazione cresce in maniera vistosa¹¹.

I processi di sintesi a bassa temperatura, in definitiva, non possono dirsi particolarmente influenzati dalla composizione del combustibile . Questo vale, in particolar modo, per la sintesi *de novo*, che prende le mosse dai processi di pirolisi di composti del carbonio, sempre presenti in esso, in presenza di un qualsiasi donatore di cloro.

Gli stessi catalizzatori, necessari in quantità esigue, risultano comunque presenti all'interno della massa dei combustibili .

Tra i possibili interventi, il controllo del particolato carbonioso, in quanto superficie di reazione, può essere utile, ma va comunque considerato che esso contribuisce, attraverso l'adsorbimento e il successivo fissaggio nei residui solidi, a sottrarre i microinquinanti organici dal flusso gassoso.

L'emissione finale di diossine avviene in fase vapore o adsorbita sulle ceneri volanti di granulometria più fine, notevolmente arricchite per l'elevata superficie specifica. Le rispettive percentuali osservate sono state del 10 – 30% per la fase vapore e del 90 – 70% per l'adsorbimento su ceneri volanti¹².

⁹ (Giugliano 1999)

¹⁰ (Gullet *et al.* 1992)

¹¹ (Giugliano 1999)

¹² (Giugliano 1999)

Tabella 8 Fattori di emissione di diossine (TEQ) in confronto¹³

ATTIVITÀ	FATTORE	UNITÀ DI MISURA	RIFERIMENTI E NOTE
Termovalorizzazione			
RU impianti vecchi	120-300	mg/t RU	DIAR,1996
RU impianti attuali	0,6-50	mg/t RU	DIAR,1996
RU impianti avanzati	<0,6	mg/t RU	Standard 0,1 ngm ⁻³
Combustioni fisse			
Carbone industria	0,04-4,8	mg/t	Eduljee e Dyke, 1996
Legno industria (1)	1,0-19	mg/t	Eduljee e Dyke, 1996
Legno domestico (1)	1,0-50	mg/t	Eduljee e Dyke, 1996
Paglia	17-50	mg/t	Eduljee e Dyke, 1996
Combustibili mobili			
Auto benzina verde	0,0003-0,02	mg/km	Eduljee e Dyke, 1996
Auto diesel	0,001-0,01	mg /km	Eduljee e Dyke, 1996
Varie			
Incendi di foreste	1,0-2,0	mg/t di biomassa	Thomas e Spiro, 1996 Eduljee e Dyke, 1996
	1,0-28	mg/t di biomassa	

(1) Legno trattato e non trattato

3.10.5 Architettura della linea fumi dell'impianto in progetto

La scelta dell'architettura della linea fumi del presente progetto si è basata sull'adozione di un sistema a "secco" che impiega bicarbonato di sodio per la neutralizzazione dei macroinquinanti acidi.

Le componenti principali della nuova linea fumi sono:

- n°1 Elettrofiltro.
- n°1 Reattore di assorbimento a secco.
- n°1 Filtro a maniche.
- n°1 sistema di ricircolo fumi
- n°1 scambiatore vapore-fumi per il controllo della temperatura in SCR
- n°1 Reattore catalitico (DENOX SCR e DeDioxins).
- n°1 recuperatore di coda con preriscaldamento delle condense
- n°1 ventilatore esaustore
- n°1 camino
- n°1 Set di strumenti in campo.
- n°1 Serie di condotti di collegamento fra le apparecchiature.
- n°1 Serie di strutture di supporto e di servizio.
- n°1 Sistema di dosaggio e trasporto carbone attivo.
- n°1 Sistema di dosaggio e trasporto bicarbonato.
- n°1 Sistema di trasporto di ceneri leggere (da caldaia ed elettrofiltro ai silos di stoccaggio).
- n°1 Sistema di trasporto dei prodotti solidi di reazione (da filtro a maniche a silos di stoccaggio).

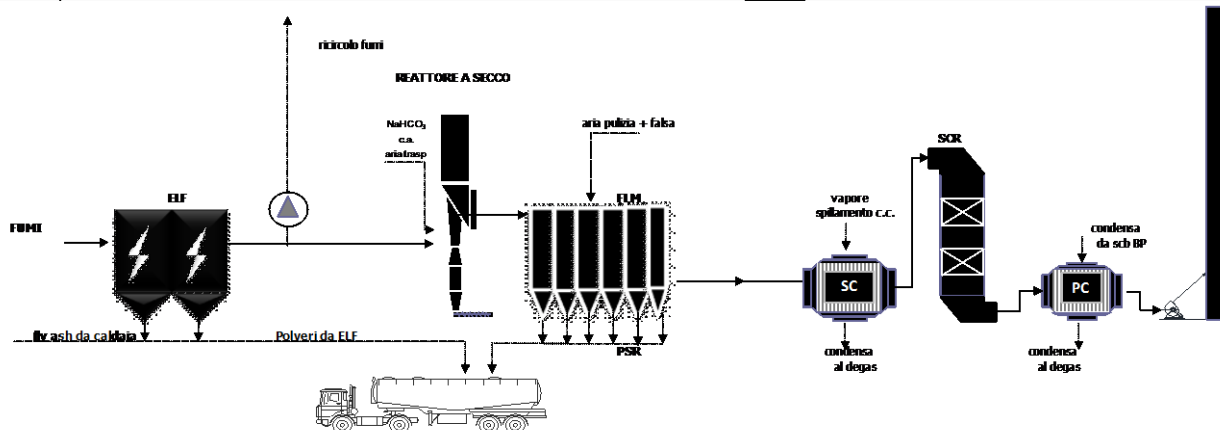




Figura 17 Schema funzionale generale della linea fumi

¹³ (fonte: Giugliano 1999)

	GARA PER LA REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	S.I.A. - Quadro di riferimento progettuale	PAG. 64/154	

3.10.6 Descrizione sommaria dei componenti la linea fumi

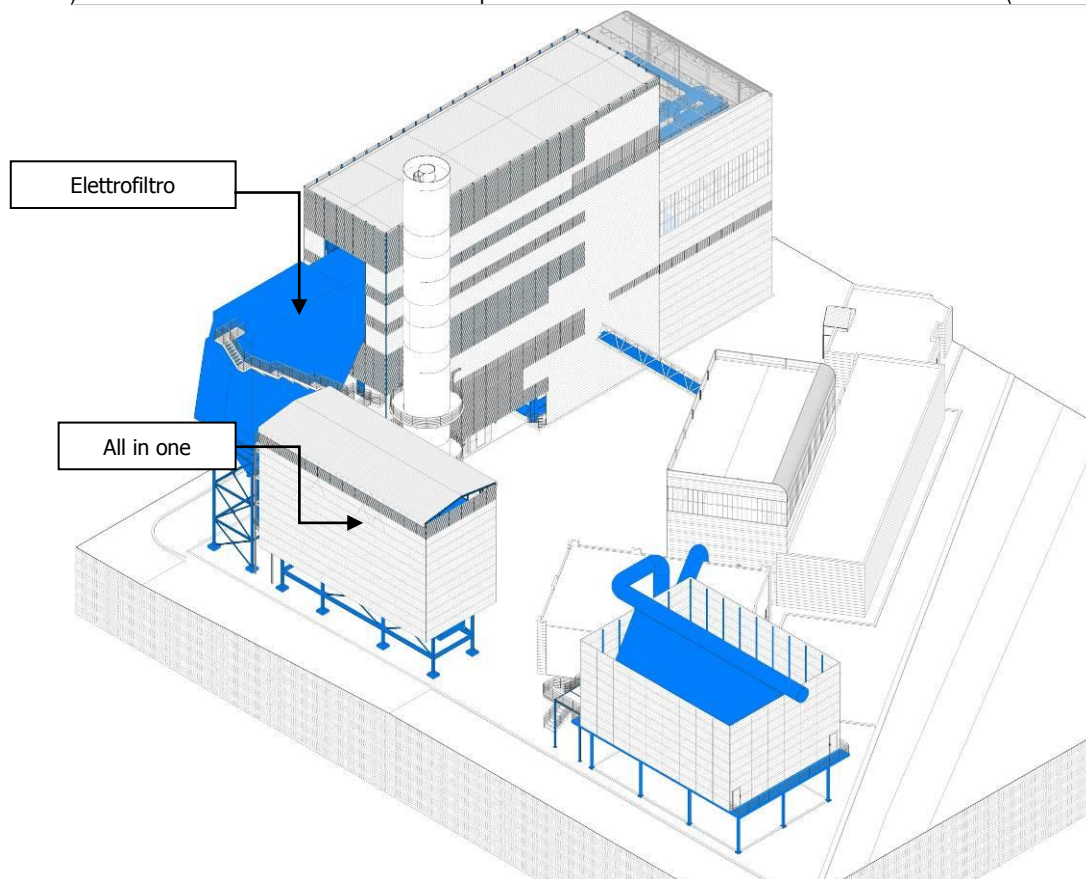
I fumi provenienti dalla caldaia di recupero entrano in un precipitatore elettrostatico (ELF), a due campi elettrici, dove avviene la separazione della maggior parte delle ceneri di combustione dai fumi.

I fumi depolverati in uscita dall'ELF entrano quindi in sequenza sui seguenti componenti :

- A) Reattore a secco di assorbimento a secco ove viene iniettato il reagente (Bicar®) e l'adsorbente (Carbone Attivo)
- B) Filtro a maniche (FLM) ove viene separata completamente la fase gassosa da quella solida/polverulenta ottenendo concentrazioni residue di polveri << 1 mg/Nm³
- C) Post-riscaldatore dei fumi (SC) per eseguire, solo in caso di necessità una correzione della temperatura dei fumi
- D) Griglia di iniezione (AIG) dell'ammoniaca atta a disperdere in modo omogeneo l'ammoniaca nei fumi prima di entrare nell'SCR
- E) Reattore DeNOx-DeDioxins del tipo SCR ove gli NOx vengano ridotti ad N₂ e H₂O per mezzo dell'azione del catalizzatore il quale svolge anche un'azione di ulteriore riduzione/distruzione delle Diossine
- F) Preriscaldatore condense (PC) nel quale i fumi cedono parte del calore sensibile alle condense provenienti dal pozzo caldo aumentando così il rendimento di ciclo



Tutte le funzioni di A e F (ovvero ben 6 funzioni) sono raggruppate in un unico *casing* denominato ALL IN ONE (tutto in uno) avente dimensioni indicative alla base in pianta di 20000x5300 mm ed un'altezza di 19000 mm (fuori tutto).



Come si potrà ben vedere dai disegni allegati al progetto questa soluzione compatta offre numerosi vantaggi tra i quali citiamo:

- 1) Dimensioni ridotte in pianta che consentono di liberare spazi sia per le manutenzioni che per la viabilità generale
- 2) L'aspetto architettonico è estremamente gradevole in quanto si ottiene un unico casing ed un'unica "sky-line" che non danno minimamente la sensazione all'osservatore di trovarsi di fronte ad un classico impianto industriale costituito da più elementi di varie forme e dimensioni collegati tra loro da condotti, scale, passerelle etc.
- 3) Tutte le manutenzioni possono essere eseguite al riparo dai venti in quanto il casing disporrà di una tettoia chiusa in sommità e di una bardatura fino a terra nella zona sotto le tramogge

Gli ulteriori vantaggi sono descritti più dettagliatamente nel progetto allegato.

3.10.6.1 Precipitatore elettrostatico (ELF)

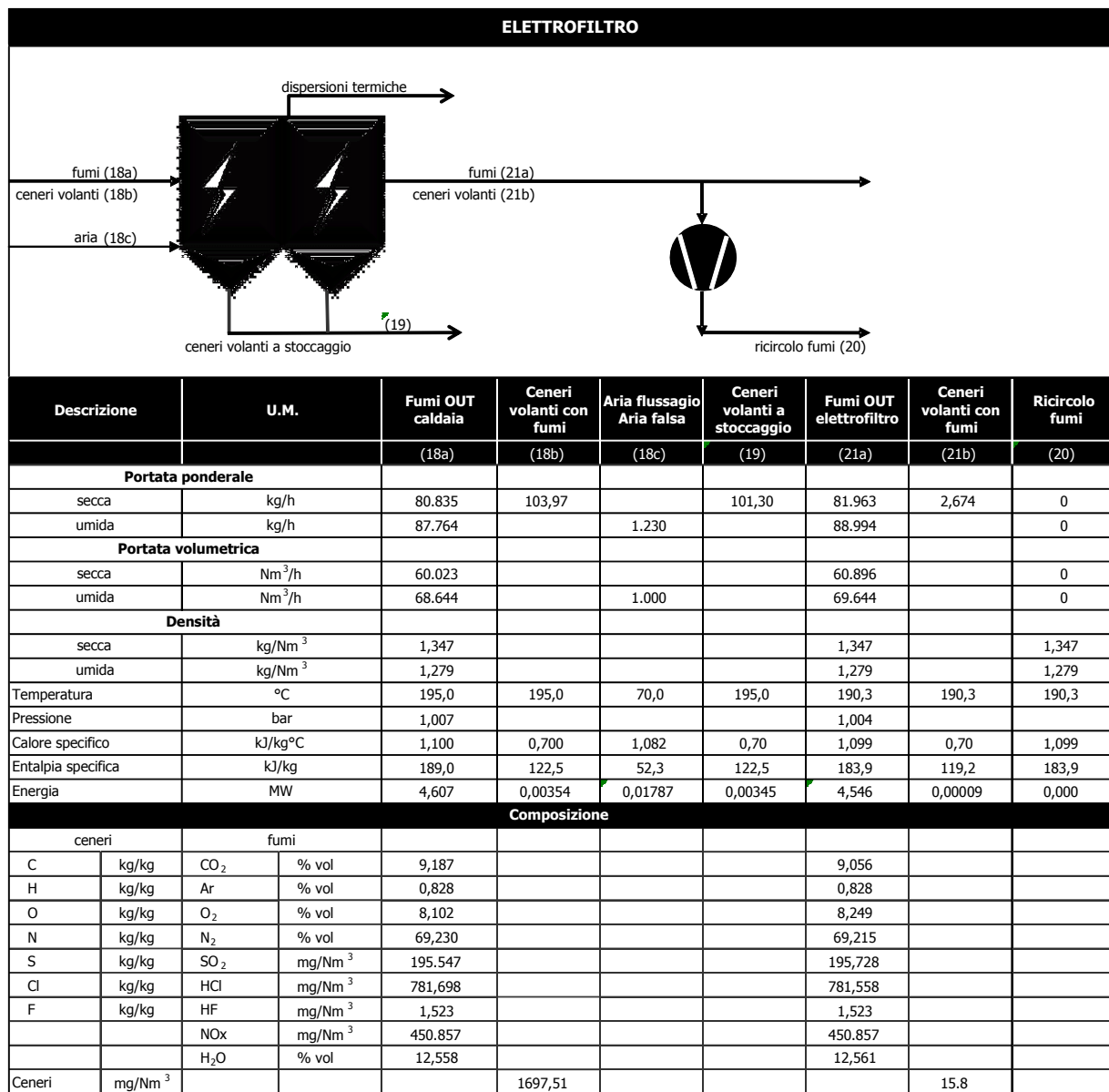


Tabella 9 Riepilogo dei principali dati di funzionamento dell'elettrofiltro al CTN

Il precipitatore elettrostatico previsto è del tipo ad effetto corona negativo con due campi elettrici, totalmente indipendenti, operanti in serie. Gli elettrodi di emissione previsti sono del tipo rigido a pin in modo da garantire l'impossibilità di rottura di uno di essi che causerebbe un corto circuito con conseguente fuori servizio del campo elettrico interessato.

Il precipitatore elettrostatico è stato dimensionato per ottenere in uscita una concentrazione massima di particolato (media giornaliera) di <math><30 \text{ mg/Nm}^3</math> (gas secco riferito all'11% di O₂) durante il funzionamento del forno al caso CTN.

Le ceneri raccolte nella tramogge del precipitatore e della caldaia vengono inviate, tramite un sistema di trasporti meccanici (redler, elevatori e coclee) al silo di stoccaggio situato nelle immediate vicinanze.

3.10.6.2 Reattore di neutralizzazione

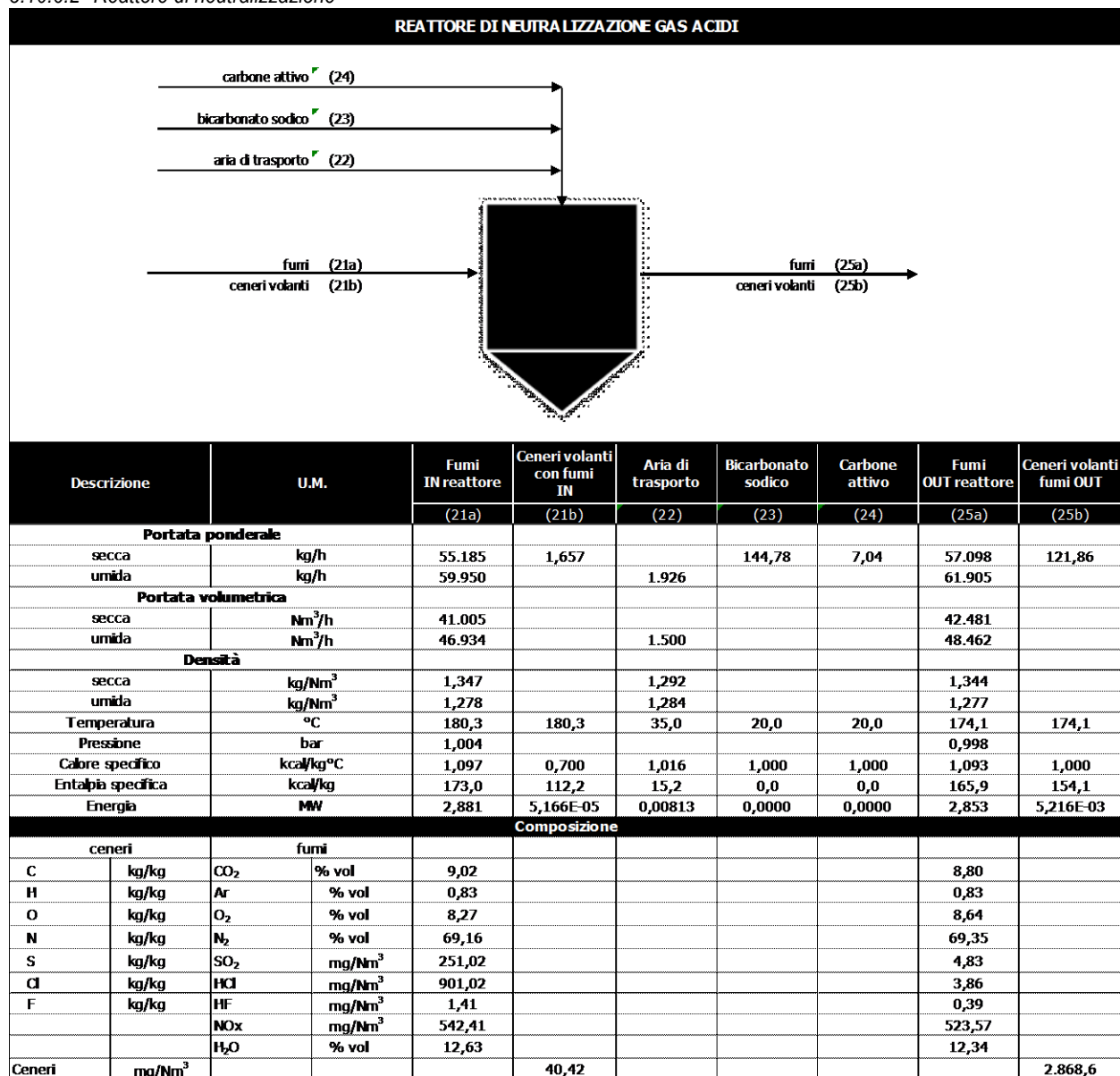


Tabella 10 Riepilogo dei principali dati di funzionamento del reattore di neutralizzazione dei macroinquinanti acidi al CTN

I fumi in uscita dal precipitatore elettrostatico entrano nel reattore di assorbimento a secco dove vengono a contatto con i reagenti bicarbonato di sodio e carbone attivo, e dopo un tempo di contatto di circa tre secondi, passano nel filtro a maniche.

Le principali reazioni chimiche che si verificano durante il processo di assorbimento sono le seguenti:

- 1) $2 \text{NaHCO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- 2) $\text{Na}_2\text{CO}_3 + 2\text{HCl} \rightarrow 2 \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$
- 3) $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{SO}_2 + \frac{1}{2} \text{O}_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{CO}_2$
- 4) $\text{Na}_2\text{CO}_3 + 2 \text{HF} \rightarrow 2 \text{NaF} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$

Il Bicarbonato Sodico, ad una temperatura superiore a 130°C e con un sufficiente tempo di permanenza, si decompone in Carbonato Sodico rilasciando anidride carbonica e, grazie a tale reazione (*“Reazione di Attivazione”*), aumenta notevolmente la superficie specifica di reazione (B.E.T. area) consentendo un’alta efficienza di assorbimento con un basso eccesso stechiometrico del reagente. Tali reazioni iniziano nel Reattore e proseguono nel Filtro a Maniche.

La funzione del Carbone Attivo è invece quella di adsorbire i metalli pesanti, le Diossine e gli IPA.

Il reattore è dotato di sezione Venturi, camera di espansione ed inversione del flusso allo scopo di favorire l'intima miscelazione tra fumi e reagenti ed il necessario tempo di contatto.

3.10.6.3 Filtro a maniche (FLM)

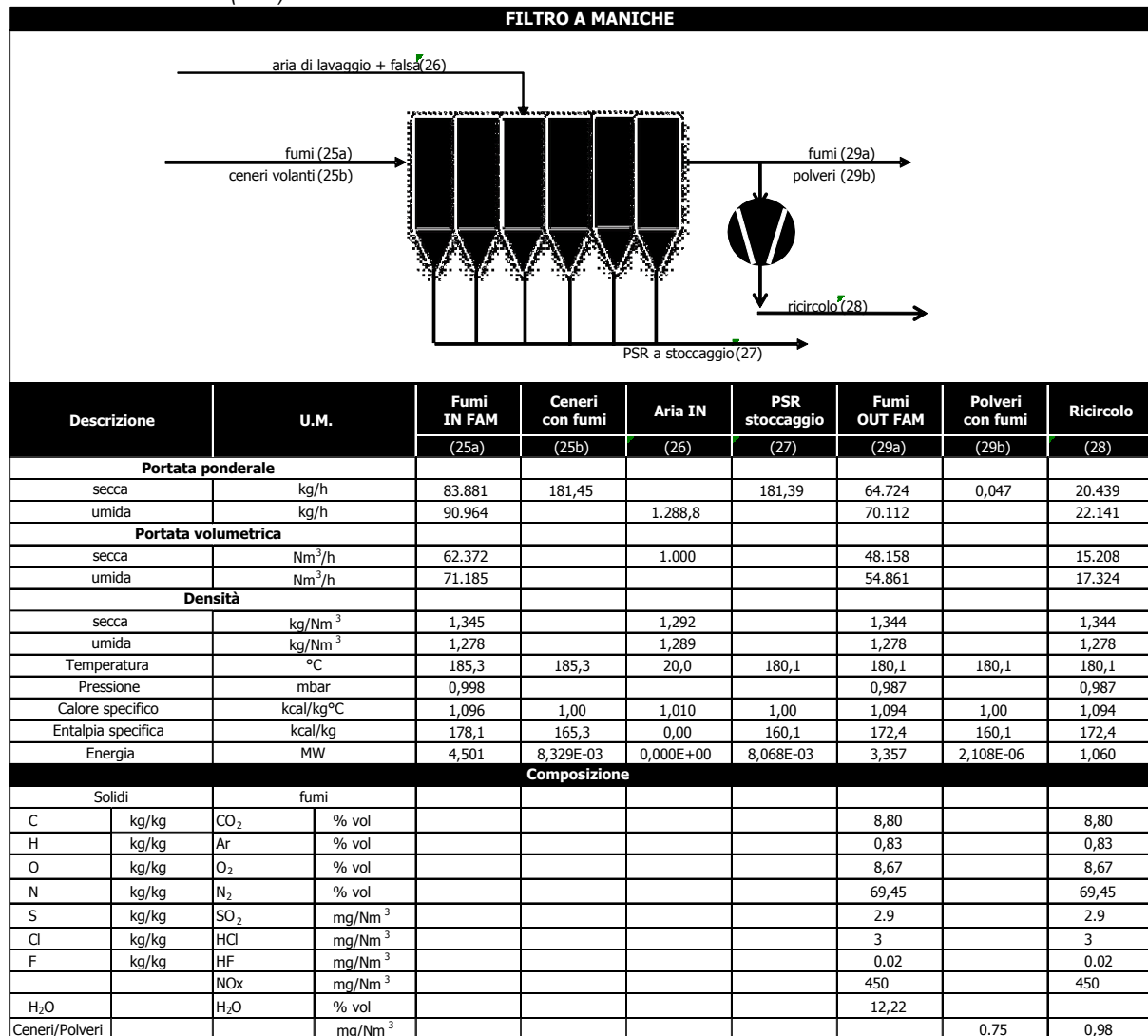


Tabella 11 Riepilogo dei principali dati di funzionamento del filtro a maniche al CTN

I gas uscenti dal reattore a secco entrano nel filtro a maniche dove proseguono le reazioni sopra descritte. Le sostanze organiche e i metalli pesanti in forma gassosa vengono adsorbiti dal carbone attivo che viene captato unitamente ai metalli pesanti condensati sotto forma di particelle sub-microniche nel filtro a maniche. Il principio di filtrazione infatti, si basa sulla formazione di un sottile strato di polvere sulla superficie delle maniche che costituisce l'effettivo elemento filtrante. Tale strato si forma dopo alcune ore di lavoro del filtro e permane anche dopo la pulizia periodica delle maniche. Il tessuto filtrante adottato Gore-tex, feltro in PTFE da 830 g/m² con trattamento esterno di tipo a membrana di PTFE, sigillatura di tutte le cuciture, consente di ottimizzare in tal senso l'efficienza di filtrazione, riducendo al minimo il passaggio di particolato di dimensioni submicroniche, in questo modo la concentrazione attesa di polveri in uscita sarà << 1 mg/Nm³. Il filtro è costituito da un casing diviso in sei compartimenti: i fumi provenienti dal reattore entrano nella parte centrale del corpo di ogni compartimento, perdono velocità e turbolenza, si distribuiscono su tutta la superficie soprastante le tramogge e quindi fluiscono tra le file di maniche, attraversandole dall'esterno verso l'interno e depositando le polveri sulla superficie esterna delle maniche stesse.

La pulizia delle maniche viene effettuata alimentando ciclicamente con aria compressa gli ugelli sistemati sull'asse di ogni manica. Il getto di aria compressa induce aria all'interno della manica provocandone una repentina espansione con conseguente distacco e caduta della polvere in tramoggia. La logica del sistema di pulizia è di tipo "on-line" e quindi prevede che il lavaggio delle maniche avvenga mentre le stesse sono interessate dal flusso del gas che le attraversa. Le polveri captate, costituite per la maggior parte da prodotti solidi di reazione, si raccolgono nelle tramogge da cui sono scaricate e trasportate in continuo da un

trasportatore a catena. Tale trasportatore alimenta due sistemi di trasporto pneumatico dei prodotti di reazione ciascuno con una linea indipendente che scarica nel sistema di stoccaggio ad essi dedicato. L'aria necessaria al funzionamento dei sistemi pneumatici di trasporto dei prodotti di reazione è fornita dalla stazione di produzione aria compressa, già a servizio dell'intera linea. Il filtro a maniche è dotato inoltre di un condotto di *bypass* a tenuta e di un sistema di pre-riscaldamento per il corretto avviamento a freddo dell'impianto. Il sistema di by-pass è concepito solo per gestire marce transitorie quali la fase di essiccazione del refrattario che viene eseguita solo ad inizio della vita del forno e le fasi di avviamento e preriscaldamento del forno quando non ci sono rifiuti in griglia e viene bruciato un combustibile convenzionale (olio o gas metano); per questo motivo la portata del condotto di by-pass è ridotta al 30% della portata nominale.

3.10.6.4 Scambiatore fumi-vapore (SC)

Preliminarmente essi attraversano uno scambiatore alimentato da uno spillamento di vapore da corpo cilindrico a 55 bar e a 270 °C la cui funzione è quella di elevare, se necessario, la temperatura dei fumi prima della loro immissione al sistema SCR. Essendo il sistema SCR previsto in progetto in grado di funzionare con temperature fumi a 180 °C, tale sistema di riscaldamento fumi è stato previsto a titolo meramente cautelativo e non sarà di norma in servizio.

L'utilizzo di questo scambiatore è quindi previsto solamente nei seguenti casi:



- Quando il carico termico del forno scende al di sotto di 23 MWt, in questo caso lo scambiatore riscalderà la temperatura fumi a 180°C
- Quando c'è la necessità di effettuare la manutenzione "in corsa" all'SCR, in questo caso lo scambiatore riscalderà la temperatura fumi fino a 200°C
- Quando si dovrà procedere alla rigenerazione termica del catalizzatore (frequenza minima 6 mesi durata 32 h)

3.10.6.5 DeNOx DeDioxin catalitico (SCR)

SISTEMA DeNOx - SCR

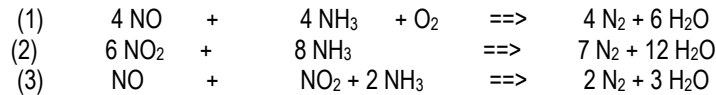
Descrizione	U.M.	Fumi OUT	Polveri con	Vapore	Condensa al	Aria iniezione	Ammoniaca	Aria falsa	Fumi OUT
		FAM	fumi	spillamento	degasatore	ammoniaca			DeNOx-SCR
		(29a)	(29b)	c.c.	(31)	(32)	(33)	(34)	(35)
Portata ponderale									
secca	kg/h	64.724	0,047						65.647
umida	kg/h	70.112		0,0	0,0	0,0	52,9	954	71.120
Portata volumetrica									
secca	Nm ³ /h	48.158							48.873
umida	Nm ³ /h	54.861				0		750	55.682
Densità									
secca	kg/Nm ³	1,344							1,343
umida	kg/Nm ³	1,278							1,277
Temperatura	°C	180,1	180,1	240,0	209,0	20,0		50,0	176,1
Pressione	bar.a	0,987		25,00	24,00				0,981
Calore specifico	kJ/kg°C	1,094	1,000			1,010		1,030	1,093
Potere calorifico	kJ/kg								
Entalpia specifica	kJ/kg	172,4	160,1	2.852,2	893,0	0,0		30,6	168,1
Energia	MW	3,357	2,108E-06	0,000	0,000	0,00000		0,00811	3,320
Composizione									
solidi		gas							
C	kg/kg	CO ₂	% vol	8,80					8,67
H	kg/kg	Ar	% vol	0,83					0,83
O	kg/kg	O ₂	% vol	8,67					8,81
N	kg/kg	N ₂	% vol	69,45					69,46
S	kg/kg	SO ₂	mg/Nm ³	2,9					2,9
Cl	kg/kg	HCl	mg/Nm ³	3					3
F	kg/kg	HF	mg/Nm ³	0,02					0,02
		NOx	mg/Nm ³	450					30
		NH ₃	mg/Nm ³	0,00					9,65
		H ₂ O	% vol	12,22					12,23
Polveri	mg/Nm ³			0,75					0,75

Tabella 12 Riepilogo dei principali dati di funzionamento del sistema scambiatore- De NOx catalitico al CTN

	GARA PER LA REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	S.I.A. - Quadro di riferimento progettuale	PAG. 69/154	

Il sistema SCR è costituito essenzialmente dal reattore catalitico, e da un sistema di iniezione ammoniacale. Il reagente utilizzato è una soluzione acquosa di ammoniaca al 25% di in peso. L'ammoniaca (NH₃) iniettata nei fumi a monte del catalizzatore reagisce con gli NO_x, sul catalizzatore, producendo azoto (N₂) ed acqua (H₂O).

Le principali reazioni catalitiche sono le seguenti:





La quantità di ammoniaca fornita al sistema SCR sarà dosata in maniera tale che la concentrazione di NO_x nei fumi in uscita dal sistema rimanga sempre entro i limiti di emissione prefissati e garantiti. Il controllo di portata del reagente è basato sul rapporto stechiometrico tra NH₃ ed NO_x. A monte del sistema SCR, è misurata la concentrazione di NO_x ed O₂ nei fumi. Dal valore di concentrazione di NO_x e di quello di portata fumi, si determina la portata massica degli NO_x. La portata fumi è misurata al camino dal Sistema Monitoraggio Emissioni (SME). Il prodotto tra il segnale di portata degli NO_x e il fattore stechiometrico NH₃/NO_x fornisce il segnale che regola la valvola di controllo di portata del reagente ammoniacale. Completa il loop di controllo il segnale di feedback di concentrazione di NO_x misurato al camino dallo S.M.E.

A monte del sistema, viene posizionata la griglia di iniezione multipoint per l'iniezione dell'ammoniaca in soluzione acquosa al 25 %, la soluzione ammoniacale viene dapprima fatta evaporare in un apposito evaporatore e quindi inviata alla griglia. La griglia multipoint è appositamente studiata in modo da garantire l'omogenea distribuzione dell'ammoniaca nei fumi senza necessità di installare un miscelatore statico riducendo così le perdite di carico del circuito. Il reattore catalitico è in acciaio al carbonio S355JOWP e contiene il catalizzatore ceramico a nido d'ape. E' prodotto per estrusione da una massa ceramica omogenea di biossido di Titanio, ossido di Vanadio e altri ossidi metallici.

Oltre alla funzione DeNO_x il catalizzatore svolge anche un'importante funzione DeDioxins, le diossine residue ancora presenti a valle del filtro a maniche vengono infatti distrutte dall'azione del catalizzatore. La peculiarità del sistema SCR proposto (brevetto Area Impianti) sta nel fatto che il casing è suddiviso in 4 compartimenti (o celle) fisicamente separabili tra loro sia per operazioni di rigenerazione termica che per operazioni di manutenzione in corsa. La rigenerazione termica avverrà tramite un opposto condotto dotato di batteria elettrica idonea ad innalzare la temperatura dei fumi fino a 350°C cella dopo cella. La manutenzione potrà essere eseguita in corsa sezionando una cella (OFF-LINE) così da poter ad esempio sostituire il catalizzatore. Entrambe le attività di cui sopra si possono eseguire in qualsiasi condizione di carico del forno semplicemente innalzando la temperatura di fumi di 20°C tramite lo scambiatore fumi-vapore.

3.10.7 Scambiatore fumi – condensa (PC)

Riscaldamento fumi - scambiatore di calore		
Fumi IN scambiatore		
Portata	19,48 kg/s	70,11 t/h
Temperatura	180,1 °C	453,27 K
Entalpia specifica	172,38 kJ/kg	41,17 kcal/kg
Energia	3,36 MW	2.887 Mcal/h
Fumi OUT scambiatore		
Portata	19,48 kg/s	70,11 t/h
Temperatura	180,0 °C	453,15 K
Entalpia specifica	169,79 kJ/kg	40,55 kcal/kg
Energia	3,31 MW	2.844 Mcal/h
Bilancio lato acqua		
Vapore da CC (IN)		
Temperatura	240,0 °C	dt/dp 30 °C
Pressione	25,00 bar.a	30,00 bar.a
Entalpia specifica vapore SH	2.852,17 kJ/kg	
T vapore saturo	224,0 °C	
Entalpia specifica vapore saturo	2.801,93 kJ/kg	
Calore latente di condensazione	1.840,03 kJ/kg	
Condensa (IN)		
Temperatura	224,0 °C	
Pressione	25,00 bar.a	
Entalpia liquido saturo	961,91 kJ/kg	
Condensa (OUT)		
Temperatura	209,0 °C	15 dt sottoraffr °C
Pressione	24,00 bar.a	1,00 perdita di carico
Entalpia liquido sottoraffreddato	893,03 kJ/kg	
Calore da cedere ai fumi	0,00 MW	0 Mcal/h
Portata vapore da CC	0,00 kg/s	0,00 t/h

	GARA PER LA REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	S.I.A. - Quadro di riferimento progettuale	PAG. 70/154	

Lo scambiatore di coda fumi-condense ha la funzione di recuperare il calore sensibile dei fumi fino ad una temperatura di 125°C preriscaldando le condense provenienti dal pozzo caldo in modo da aumentare il rendimento del ciclo termico.

Lo scambiatore è del tipo a tubi lisci ed è costituito da una serie di file di tubi in esecuzione "acid-resistant" all'interno dei quali fluisce, in controcorrente rispetto ai fumi, l'acqua proveniente dal pozzo caldo.

Anche tutto il casing, nella parte interna a contatto dei fumi, viene costruito in esecuzione "acid-resistant".

3.10.8 Ventilatore di estrazione fumi

I fumi vengono convogliati dall'impianto mediante un ventilatore di estrazione installato a valle del sistema di abbattimento. Detto ventilatore regola inoltre la depressione sull'intera linea di combustione, tramite l'apposito sistema di regolazione giri del ventilatore. La regolazione dei giri avviene tramite inverter.

Il ventilatore è dotato di un doppio motore, uno principale di esercizio ed uno di emergenza a potenza ridotta.

In caso di mancanza di tensione improvvisa il motore di emergenza sarà in grado di garantire la portata necessaria per evacuare i fumi ancora presenti nella linea di incenerimento, il motore di emergenza sarà naturalmente comandato dal gruppo elettrogeno posto a servizio dell'intera linea.

3.10.9 Camino



I fumi vengono scaricati in atmosfera per mezzo di un camino in acciaio. Il camino è progettato per ricevere il condotto di scarico fumi. Il camino, nella parte iniziale, è dotato di doppia camicia contenente materiale isolante.

Dati tecnici camino		
Altezza del camino	50	m
Diametro canna interna	1,4	m
Temperatura dei fumi	130	°C
	403,15	°K
Portata fumi umidi (CTN) circa	~55 680	Nm ³ /h
Lamiera canne interne	corten A	
Lamiera canne esterne	Fe 430 B	
Velocità di efflusso	14,73	m/s

Il camino è del tipo con canna esterna autoportante in acciaio Fe 430B; la costruzione sarà fatta in elementi flangiati, atti al trasporto e assemblati in opera. All'interno della suddetta canna, sarà montata una canna metallica per l'evacuazione dei fumi in acciaio corten A, spessore min. 6 mm. in tronchi flangiati, rivestiti esternamente da apposita coibentazione con materassini di lana minerale spessore 100 mm. trapuntati su rete metallica.

La canna interna sarà guidata da strutture solidali con la canna esterna. La canna interna è dotata di portina d'ispezione, imbocco fumi, scarico condense e bocchelli per prese analisi fumi. Il camino sarà servito da una scala a rampe, in acciaio zincato fino a quota 16 mt. (quota prese analisi fumi), e alla marinara da quota + 16 mt fino alla sommità. A quota 47,5 è prevista una copertura impermeabile con lo scopo di evitare l'ingresso dell'acqua. A quota + 16 mt., presa fumi, sarà montato un paranco con portata al gancio 100 Kg.

Il camino sarà provvisto dell'impianto di segnalazione ostacolo aereo alla sommità camino ed avrà una colorazione conforme alle normative vigenti in materia di sicurezza sul traffico aereo.

	REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	S.I.A. - Quadro di riferimento progettuale	PAG. 71/154	

3.10.10 Stoccaggio reagenti

I reagenti necessari per il trattamento dei fumi, saranno stoccati in aree dedicate facilmente accessibili ai mezzi di rifornimento.

3.10.10.1 Stoccaggio Bicarbonato di Sodio e Carboni Attivi

Il carbone attivo e il bicarbonato sono stoccati in appositi silii dotati di sistema di carico da autosilo e di proprio sistema di depolverazione.

Per il bicarbonato è previsto un silo di stoccaggio dal quale, con opportuni mezzi di estrazione, è possibile alimentare il gruppo di dosaggio e macinazione.

Il bicarbonato è preparato e dosato nel seguente modo: dal silo di stoccaggio, il reagente viene estratto ed inviato al gruppo di dosaggio e macinazione; quest'ultimo è costituito da un sistema di dosaggio (tramoggia polmone e coclea dosatrice) che provvede ad alimentare due mulini (uno di riserva) a martelli fissi che garantirà l'idonea granulometria del reagente dosato.

Ogni mulino è costituito da una girante di macinazione che ruota in senso opposto all'interno della camera di macinazione; al di sopra della camera di macinazione si trova il selettore la cui funzione è quella di scartare il prodotto che non ha raggiunto la finezza desiderata.

Un ventilatore di trasporto provvede ad aspirare il prodotto e a convogliarlo, assieme al carbone attivo dosato sulla stessa linea di trasporto, al punto di iniezione nel Venturi di miscelazione precedentemente descritto.

Il dosaggio del bicarbonato sarà regolato dal DCS in relazione al segnale di concentrazione di HCl nei fumi a monte e a valle del sistema di trattamento misurato da un sistema di monitoraggio in continuo.

Il sistema di stoccaggio e dosaggio del carbone attivo è costituito da un silo e da un sistema di dosaggio dedicato; dal silo il prodotto viene estratto da una coclea che alimenta due microdosatori (uno di riserva) e quindi le linee di dosaggio reagenti. Ogni microdosatore è completo di coclea dosatrice che alimenta il prodotto, attraverso la rispettiva linea di trasporto del bicarbonato. In questo modo, si ottiene la pre-miscelazione del bicarbonato e del carbone attivo prima della loro iniezione nella linea fumi in corrispondenza del Venturi.

Il dosaggio del carbone attivo sarà regolabile da DCS in proporzione al carico della linea.

3.10.10.2 Stoccaggio Soluzione di ammoniaca al 25 %

Il sistema di riduzione catalitica degli NOx utilizza come reagente una soluzione liquida di ammoniaca al 25 % in peso.



L'ammoniaca in soluzione acquosa (NH₄OH) al 25 % in peso viene scaricata dalle autobotti di conferimento tramite un sistema composto da 2 linee di connessione (una per il travaso della soluzione e una il bilanciamento ed il ritorno dei vapori), una pompa di travaso ammoniaca al serbatoio di stoccaggio.

Lo sfiato del serbatoio di stoccaggio è convogliato sotto battente in un apposito serbatoio chiamato abbattitore statico. Tale serbatoio contiene acqua ed in esso sono convogliati tutti gli sfiati di vapori ammoniacali presenti nel sistema. Un conduttivimetro segnala la concentrazione di NH₃ disciolta, il cui superamento di un valore di soglia causa il parziale svuotamento del serbatoio ed il suo reintegro con acqua demineralizzata. L'acqua contenente ammoniaca viene inviata tramite una pompa centrifuga al serbatoio di stoccaggio NH₄OH al fine di non avere reflui inquinati in uscita al sistema.

Dal serbatoio di stoccaggio NH₄OH, la soluzione viene inviata tramite pompa (sono previste n° due pompe delle quali una di riserva) al gruppo di dosaggio del reagente. Il dosaggio viene effettuato attraverso una valvola pneumatica di regolazione che riceve il segnale di richiesta dal sistema di controllo in relazione alla concentrazione di NOx rilevata all'ingresso ed all'uscita.

Tutto il sistema di trattamento dell'NH₄OH potrà essere esercito in piena sicurezza, essendo dotato di tutti gli opportuni accorgimenti impiantistici quali:

- Bacino di contenimento per il serbatoio di stoccaggio e per i componenti di travaso della soluzione ammoniacale.
- Vasca di sentina a cui vengono convogliate tramite drenaggi dedicati le fuoriuscite accidentali di NH₄OH provenienti sia dai bacini di contenimento che dalla zona di scarico delle autobotti (la vasca viene poi svuotata tramite una pompa che può inviare la soluzione ad un trattamento esterno).
- Rivelatori di fughe di NH₃, disposti sull'area interessata, la cui attivazione provoca l'arresto e la messa in sicurezza di tutto il sistema, nonché l'apertura delle valvole a diluvio di cui al successivo punto.

	REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	S.I.A. - Quadro di riferimento progettuale	PAG. 72/154	

- Sistema di abbattimento degli sfiati di NH₃, composto da valvole automatiche a diluvio e da una rete aerea di tubazioni e *sprinklers* tale da coprire le zone rilevanti per tale rischio. La rete acqua di abbattimento sarà collegata alla rete antincendio di centrale.

3.10.11 Stoccaggio residui solidi

Lo stoccaggio dei residui solidi è diviso in due sezioni:

- Stoccaggio ceneri leggere
- Stoccaggio prodotti solidi di reazione (PSR)

3.10.11.1 Stoccaggio ceneri leggere provenienti dall'elettrofiltro e dalla caldaia

Lo stoccaggio delle ceneri leggere provenienti dall'elettrofiltro e dalla caldaia, è costituito da un silo dimensionato per garantire una autonomia di marcia di almeno 8 giorni a CNC.

dimensionamento stoccaggi rifiuti e prodotti				
rifiuto/prodotti	γ	autonomia	produzione nelle 24h	Volume min.
	(t/m ³)	(gg)	(t/g)	(m ³)
Fly ash	1,0	8	1,07	8,56
Polveri ELF	1,0	8	2,43	19,43



Tale silo ha una capacità minima pari a 75 m³ (geometrici)

3.10.11.2 Stoccaggio prodotti solidi di reazione

Lo stoccaggio dei solidi di reazione è costituito da un silo dimensionato per garantire una autonomia di marcia di almeno 8 giorni a CNC.

dimensionamento stoccaggi rifiuti e prodotti				
rifiuto/prodotti	γ	autonomia	produzione nelle 24h	Volume min.
	(t/m ³)	(gg)	(t/g)	(m ³)
PSR	0,5	8	5,18	82,81

Tale silo ha una capacità minima pari a 75 m³ (geometrici)

	REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	S.I.A. - Quadro di riferimento progettuale	PAG. 73/154	

4. VALORI LIMITE



Dal 28/02/2006 è entrato in vigore il *Decreto legislativo 11 maggio 2005 n°133* sull'incenerimento dei rifiuti.

Tale norma, sostituisce le attuali leggi sull'incenerimento dei rifiuti e rispetto al quadro di riferimento attuale introduce modifiche in tema di emissioni in atmosfera, tra le quali si evidenziano i criteri di valutazione dei dati delle emissioni rilevate in continuo.

Per effetto della specifica soluzione di *lay out* impiantistico adottata i valori di concentrazione alle emissioni risulterà notevolmente inferiore ai limiti prescrittivi imposti dal *Decreto legislativo 11 maggio 2005 n°133*, che fissa per i vari inquinanti valori limite di cui alla seguente tabella:

Valori limite per le emissioni in atmosfera- all.1 <i>Decreto legislativo 11 maggio 2005 n°133</i>			
Inquinanti	(a) Valori medi giornalieri	(b) Valori medi su 30 min.	
		(100%) A	(97%) B
Polvere totale	10 mg/m ³	30 mg/m ³	10 mg/m ³
Sostanze organiche sotto forma di gas e vapori espresse come carbonio organico totale (TOC)	10 mg/m ³	20 mg/m ³	10 mg/m ³
Cloruro di idrogeno (HCl)	10 mg/m ³	60 mg/m ³	10 mg/m ³
Fluoruro di idrogeno (HF)	1 mg/m ³	4 mg/m ³	2 mg/m ³
Biossido di zolfo (SO ₂)	50 mg/m ³	200 mg/m ³	50 mg/m ³
Monossido di azoto (NO) e biossido di azoto (NO ₂) espressi come biossido di azoto per gli impianti esistenti dotati di una capacità nominale superiore a 6 t/h e per i nuovi impianti di incenerimento	200 mg/m ³	400 mg/m ³	200 mg/m ³
(c) Tutti i valori medi misurati durante il periodo di campionamento minimo di 30 min. e massimo di 8 ore.			
Cadmio e i suoi composti espressi come cadmio (Cd)	totale 0.05 mg/ m ³		
Tallio e i suoi composti espressi come tallio (Tl)			
Mercurio e i suoi composti espressi come mercurio (Hg)	totale 0.05 mg/ m ³		
Antimonio e i suoi composti espressi come antimonio (Sb) Arsenico e i suoi composti espressi come arsenico (As) Piombo e i suoi composti espressi come piombo (Pb) Cromo e i suoi composti espressi come cromo (Cr) Cobalto e i suoi composti espressi come cobalto (Co) Rame e i suoi composti espressi come rame (Cu) Manganese e i suoi composti espressi come manganese (Mn) Nichel e i suoi composti espressi come nichel (Ni) Vanadio e i suoi composti espressi come vanadio (V)	totale 0.5 mg/ m ³		
(d) I valori medi misurati durante il periodo di campionamento minimo di 6 ore e massimo di 8 ore . I valori limite di emissione si riferiscono alla concentrazione totale di diossine e furani calcolata ricorrendo al concetto di equivalenza tossica in conformità dell' <i>all. 1 della Direttiva 2000/76/CE.</i>			
Diossine e furani (PCDD+PCDF)	0,1ng/ m ³		
Idrocarburi policiclici aromatici (IPA)	0,01 mg/ m ³		
(e) I seguenti valori limite di emissione per il monossido di carbonio (CO) non devono essere superati nei gas di combustione (escluse le sole fasi di avvio ed arresto).			
Inquinante	Valori medi giornalieri	Valori medi su 10 min.	Valori medi su 30 min.
		sul 95% delle misurazioni	In un periodo di 24 ore
CO	50 mg/m ³	150 mg/m ³	100 mg/m ³

La soluzione impiantistica progettata consentirà di rispettare ampiamente le suddette prescrizioni nonché i più restrittivi valori limite di emissione di seguito indicati .

	REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	S.I.A. - Quadro di riferimento progettuale	PAG. 74/154	

		VALORI MEDI GIORNALIERI	
		Limiti fissati dalla normativa nazionale <i>D. Lgs. 133/2005</i> valori medi giornalieri (@11%O ₂)	Valori massimi indicati dal Proponente (@11%O ₂)
Polveri totale	mg/Nm ³	10	2,5
TOC totale	mg/Nm ³	10	10
HCl	mg/Nm ³	10	4
HF	mg/Nm ³	1	0,5
SO₂	mg/Nm ³	50	10
NO₂	mg/Nm ³	200	50
CO	mg/Nm ³	50	20
NH₃⁽¹⁾	mg/Nm ³		8

(1) Parametro non normato

Nella tabella successiva sono stati riassunti i valori limite (medie semiorarie) garantite ed il raffronto con quelli di legge

		VALORI MEDI SEMIORARI			
		Limiti fissati dalla normativa nazionale <i>D. Lgs. 133/2005</i> valori medi semiorari (@11%O ₂)		Valori massimi indicati dal Proponente (@11%O ₂)	
		100% (A)	97% (B)	100% (A)	97% (B)
Polveri totale	mg/Nm ³	30	10	7	3
TOC totale	mg/Nm ³	20	10	8	4
HCl	mg/Nm ³	60	10	20	4
HF	mg/Nm ³	4	2	1,8	0,9
SO₂	mg/Nm ³	200	50	10	8
NO₂	mg/Nm ³	400	200	75	50
CO	mg/Nm ³	100 ⁽¹⁾	150 ⁽²⁾	24	24

Nota (1): valore medio su 30 minuti, in un periodo di 24 ore.

nota (2) I limite su 30 minuti per 24 h

Analogamente per i metalli e per gli inquinanti organo clorurati.

		VALORI EMISSIONI PERIODICHE	
		Limiti fissati dalla normativa nazionale <i>D. Lgs. 133/2005</i> (@11%O ₂)	Valori massimi indicati dal Proponente (@11%O ₂)
Cadmio+Tallio	mg/Nm ³	0,05	0,02
Mercurio e suoi composti	mg/Nm ³	0,05	0,02
Sb+As+Pb+Cr+Co+Cu+Mn+Ni+V	mg/Nm ³	0,5	0,2
PCDD+PCDF	ng/Nm ³	0,1	0,02
IPA	mg/Nm ³	0,01	0,002

BILANCIO LINEA FUMI - CNT

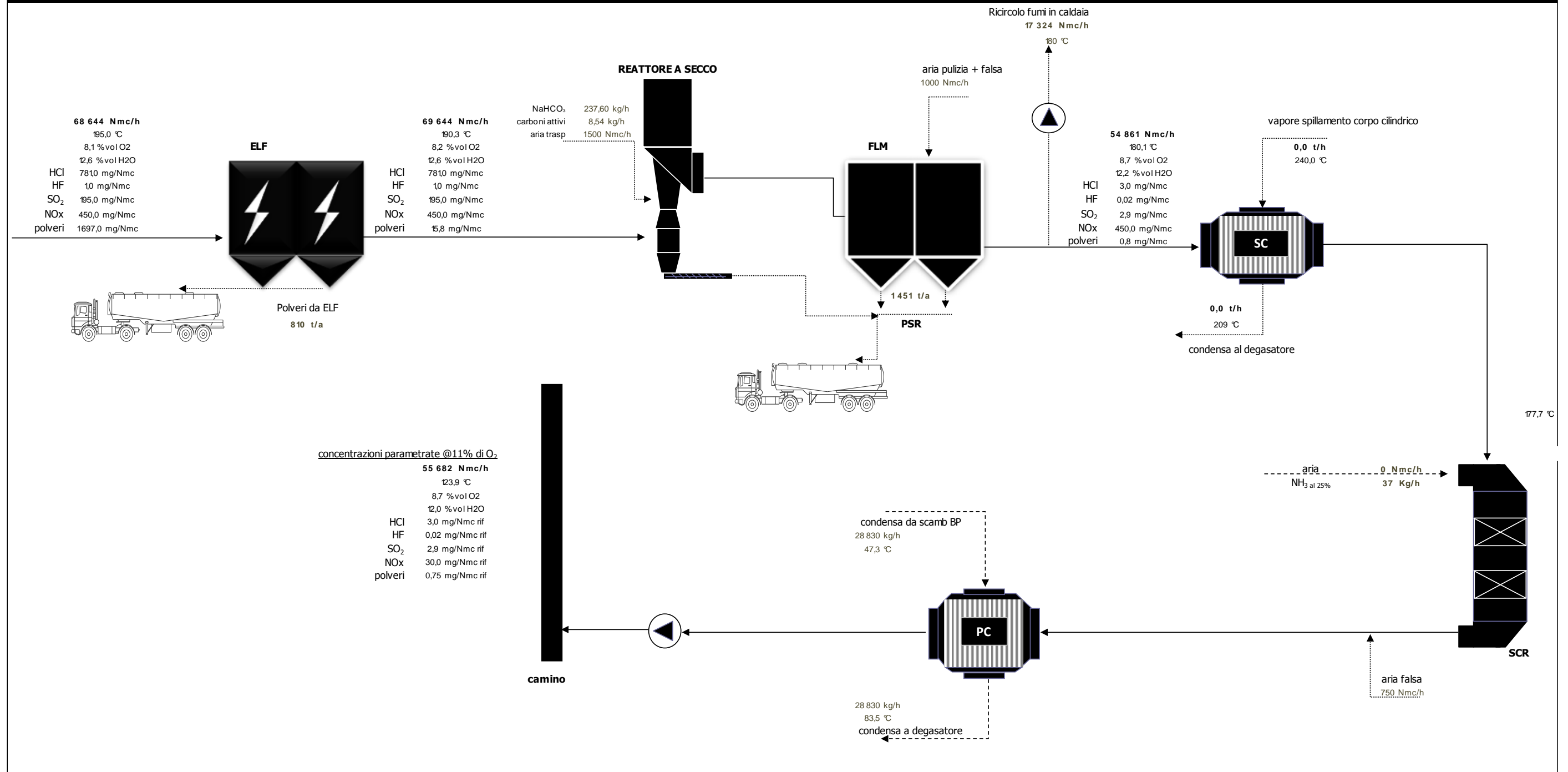


Figura 18 Schema quantificato linea fumi al CNT

5. LA NATURA DEI BENI E DEI SERVIZI OFFERTI

L'impianto oggetto di valutazione d'impianto riguarda una nuova linea di incenerimento finalizzata allo smaltimento e alla valorizzazione energetica dei rifiuti solidi urbani e l'organizzazione della stessa nel contesto impiantistico di Tossilo Tecnoservice S.p.A. ed insiste sullo stesso sedime dell'impianto esistente; si prevede la realizzazione di una nuova linea di nominali 30 MWt che si affianca alle linee esistenti.

L'impianto di incenerimento di Macomer oggetto del presente studio, assieme all'impianto di compostaggio e alla discarica, sono inseriti tra le infrastrutture disponibili per il sub ambito B₁ provinciale di Nuoro-Macomer. Nell'impianto confluiscono anche i rifiuti del sub-ambito B₂ e, in parte, del subambito B₃.

I servizi offerti quindi riguardano il soddisfacimento degli obiettivi fissati con Deliberazione della Giunta Regionale n. 21/59 del 8/4/2008 che approva il nuovo *Piano Regionale di Gestione dei Rifiuti* – sezione rifiuti urbani (art. 199 del D.Lgs. n. 152/2006) ed il Rapporto Ambientale per la procedura di VAS (art. 13 del D.Lgs. n. 4/2008).



La nuova politica di gestione dei rifiuti della Regione Sardegna si incentra sul concetto di gestione integrata dei rifiuti e si propone di conseguire, tra l'altro, i seguenti obiettivi:

- definizione degli obiettivi per il sistema di gestione integrata dei rifiuti in Sardegna da perseguire nel complesso e per singolo ambito territoriale, in termini di contenimento della produzione rifiuti urbani, raggiungimento di rese ed efficienze di raccolta differenziata, obiettivi di recupero di materia e energia, contenimento delle frazioni conferite a discarica;
- individuazione delle caratteristiche tecniche generali delle principali tipologie impiantistiche inerenti la gestione dei rifiuti urbani alla luce dei più recenti sviluppi tecnici, tecnologici e normativi.

In tale scenario pianificatorio la natura dei servizi offerti è riconducibile a quella tipica di una piattaforma di trattamento/recupero di RSU nel bacino di competenza. Il bacino di riferimento dell'impianto di termovalorizzazione di Macomer è costituito dalle Province di Nuoro, Oristano e Ogliastra.

Descrizione	Scenario C		
	Impianto di Cagliari	Impianto di Macomer	Impianto di Sassari
Province di riferimento	Ca - CI - MD	Nu - Og - Or	Ss - OT
Quantità di rifiuti alla termovalorizzazione (t/a)	147.800	58.600	100.600
Flusso termico (Gcal/h)	62	24	42
Surplus/Deficit portata massica (t/a)	-5.300	-22.300	-100.600
Surplus/Deficit flusso termico (Gcal/h)	-17	-13	-42
Interventi richiesti per gli impianti di termovalorizzazione	Revamping termico e strutturale	Revamping termico e massiccio	Nuova realizzazione
Distanza media conferimento secco alla termovalorizzazione (km/t)	20	50	60
Quantità di biostabilizzato e scarti dal pretrattamento (t/a)	-	-	-
Distanza media discarica per biostabilizzato e scarti (km)	-	-	-
Quantità di scarti dal trattamento RD e residui di spazzamento a discarica (t/a)	14.100	5.000	9.900
Distanza media discarica per scarti e residui spazzamento (km)	20	20	20
Scorie-ceneri (t/a)	44.340	17.570	30.180
Distanza media discarica per scorie-ceneri (km)	20	40	20
Quantità complessiva a termovalorizzazione (t/a)	307.000		
Distanza media trasporto a termovalorizzazione nello scenario (km/t)	40		

Figura 19 Scenario "C" del Piano di Gestione dei Rifiuti della Regione Sardegna

	REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	S.I.A. - Quadro di riferimento progettuale	PAG. 77/154	

6. GRADO DI COPERTURA DELLA DOMANDA E LIVELLI DI SODDISFACIMENTO DEI FABBISOGNI DI SMALTIMENTO

L'ipotesi progettuale assunta è strettamente legata allo scenario "C" di pianificazione regionale. Rispetto a tale scenario, si evidenzia come il Piano Regionale ribadisca:

"Sub-ambito B1 – Nuoro/Macomer"

Nel sub-ambito è in esercizio la piattaforma di trattamento di Macomer, dotata di selezione, stabilizzazione e incenerimento, con discarica a supporto. Nell'impianto confluiscono anche i rifiuti del sub-ambito B2 e, in parte, del sub-ambito B3. La piattaforma integrata, dal momento che la sezione di incenerimento lavora ormai al limite della potenzialità, attualmente entra in difficoltà nel periodo estivo per le maggiori quantità di rifiuti in arrivo."

Sub-ambito B2 – Ogliastra

Non è stato attivato nel comprensorio alcun impianto di trattamento o di discarica. Attualmente i rifiuti indifferenziati vengono trasportati verso l'impianto di Macomer.

La frazione organica da raccolta differenziata viene conferita all'impianto di compostaggio di titolarità dell'Amministrazione provinciale dell'Ogliastra, impianto che tuttavia si dimostra insufficiente a soddisfare le esigenze del sub-ambito. Risulta in fase di dismissione la discarica monocomunale di Perdasdefogu.

Sub-ambito B3 – Sarcidano/Mandrolisai

Non è stato attivato nel comprensorio alcun impianto di trattamento o di discarica. Dal mese di Luglio 2004 i rifiuti indifferenziati e la frazione organica da raccolta differenziata sono indirizzati verso altre strutture di smaltimento, e precisamente: i Comuni del Mandrolisai conferiscono all'impianto di Macomer, i Comuni del Sarcidano conferiscono presso la piattaforma di Villacidro.

Sempre dall'esame del vigente Piano Regione si desumono le caratteristiche dell'esistente sezione di termovalorizzazione di Macomer e le opere impiantistiche (tra cui l'inceneritore di Macomer) finanziate sul territorio per il soddisfacimento dei fabbisogni di trattamento/recupero di RSU.

Sub-ambito	Impianti di termovalorizzazione esistenti	Potenzialità massica (t/anno)	Potenzialità termica (Mcal/h)
A1	Casic	142.500	45.000
B1	C.I. Macomer-Tossilo	36.300	11.000
Regione Sardegna		178.880	56.000

Tabella 4.26 – Impianti di termovalorizzazione esistenti nel territorio regionale



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA
ASSESSORATO DELLA DIFESA DELL'AMBIENTE



- un ridotto numero di Comuni ha realizzato ecocentri comunali a servizio della cittadinanza.

Sub-ambito B1 – Nuoro/Macomer

Previsioni di Piano	Stato di attuazione degli interventi previsti			
	Finanziati	Progettati	Realizzati	In esercizio
Potenziamento termovalorizzatore di Macomer (35.000 t/a)	35.000 t/a			
Impianto di selezione e stabilizzazione (40.000 t/a) a Nuoro	40.000 t/a			
Impianto di compostaggio a Nuoro (10.000 t/a)				
Linea compost di qualità a Macomer (3.000 t/a)	10.000 t/a			
Piattaforme secco valorizzabile (14.000 t/a)		5.900 t/a		
Discarica servizio (300.000 mc)				274.000 mc

Nello scenario "C" di pianificazione, il bacino di riferimento dell'impianto di termovalorizzazione di Macomer comprende le Province di Nuoro, Ogliastra, Oristano, per un quantitativo totale di circa 58.000 t/a ed un flusso termico di circa 24 Gcal/h. La distanza media (ponderata) di trasporto dagli impianti di accentrimento all'impianto di termovalorizzazione di Macomer è stimata in circa i 50 km/t. L'impianto esistente di Macomer, secondo tale scenario, necessita interventi di revamping per adeguamento al surplus richiesto di capacità massica per circa 22.000 t/a e del sostanziale raddoppio della capacità termica rispetto all'attuale

La prefigurata nuova linea di termovalorizzazione è pienamente rispondente a quanto richiesto nel richiamato scenari "C" di pianificazione e sarà il grado di soddisfare i fabbisogni di smaltimento fissati per l'ambito territoriale di riferimento.

	REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	S.I.A. - Quadro di riferimento progettuale	PAG. 78/154	

7. PREVEDIBILE EVOLUZIONE QUALIQUANTITATIVA DEL RAPPORTO DOMANDA OFFERTA

La possibile evoluzione del rapporto domanda-offerta, va certamente valutata alla luce degli obiettivi fissati dalla recente Direttiva rifiuti 2008/98/CE, che ha sostituito con decorrenza 12 dicembre 2010 le seguenti direttive: 2006/12/CE sui rifiuti, 75/439/Ce e 91/689/Ce.



La nuova *Direttiva* stabilisce la seguente gerarchia delle operazioni di gestione di rifiuti:

- 1) prevenzione,
- 2) riutilizzo,
- 3) riciclaggio,
- 4) recupero,
- 5) smaltimento

Obiettivi di recupero (art. 11)

Sono stati fissati i nuovi obiettivi che gli stati dovranno raggiungere entro il 2020 per il riciclaggio dei rifiuti:



- il 50% per i rifiuti domestici e
- il 70% per i rifiuti da costruzione e demolizione

Tale previsione, se concretamente attuata dagli Stati Membri, porterà ad una necessaria, quanto opportuna, sottrazione di flussi a valenza combustibile (carta, cartone, plastiche varie) dai RSU. A tale sottrazione corrisponderà una minore offerta di combustibili da RSU con l'ovvia conseguenza di dover comunque garantire comunque l'alimentazione della linea.

In tal senso la scelta di un combustore a griglia garantisce la possibilità di poter operare in range molto ampi di PCI (tipicamente tra 10 000 e 18 000 kJ/kg) quindi di poter valorizzare energeticamente diverse tipologie di rifiuto oggi, per carenza d'impianti, avviati a discarica.

Quindi in prospettiva l'eventuale fluttuazione dell'offerta potrà essere affrontata prevedendo di trattare tipologie di rifiuto diverse dal CSS, quali scarti di piattaforme di valorizzazione delle RD, rifiuti speciali non pericolosi non riciclabili, fanghi essiccati da trattamento depurativo, frazione organica stabilizzata non utilizzabile altrimenti, eccetera.

In ogni caso quello che si intende sottolineare è che la flessibilità della soluzione tecnologica impiegata è tale da poter fronteggiare eventuali fluttuazioni future nel conferimento dei RSU.

	REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	S.I.A. - Quadro di riferimento progettuale	PAG. 79/154	

8.ARTICOLAZIONE DELLE ATTIVITÀ NECESSARIE ALLA REALIZZAZIONE DELL'OPERA NELLA FASE DI CANTIERE E QUELLE CHE NE CARATTERIZZANO L'ESERCIZIO.

8.1 ATTIVITÀ IN FASE DI CANTIERE

A seguito dell'aggiudicazione dell'appalto, nel corso dei 60 giorni necessari all'elaborazione del progetto esecutivo, l'ATI (Aria Impianti-Monsud) presenzierà alle attività di gestione e manutenzione delle due attuali linee, al fine di assicurare la continuità di esercizio, con personale proprio in affiancamento ai tecnici ed agli operatori del Gestore TOSSILO TECNOSERVICE S.p.A. Tale presenza sarà continuativa fino all'approvazione del progetto esecutivo.

Il personale dell'I.A. previsto in questa fase è almeno costituito dalle seguenti figure professionali:

- Responsabile Tecnico all'uopo abilitato avente anche le funzioni di Direttore Tecnico già indicato in sede di offerta;
- un manutentore meccanico/elettrostrumentale tra quelli indicati nei documenti di offerta.

Durante la costruzione della nuova linea, l'impianto esistente continuerà ad essere gestito dalla Tossilo Tecnoservice s.p.a. in base al proprio piano di gestione, prevedendo un coordinamento con l'impresa appaltatrice per limitare le interferenze tra le operazioni di costruzione dell'impianto e la gestione ordinaria dell'impianto.

Le principali interferenze tra la costruzione della nuova linea e l'esercizio dell'impianto sono:



- Interferenze tra i flussi di traffico del cantiere ed i conferimenti;
- Realizzazione avanfossa;
- Interferenze costruzione – esercizio;
- Lavori adeguamento fossa.

Di seguito sono analizzate le interferenze che si verranno a creare in fase di esecuzione dei lavori con la gestione ordinaria e sono illustrate le linee guida per la risoluzione. In fase di progettazione esecutiva nel piano di sicurezza e coordinamento saranno affrontate e risolte nel dettaglio le problematiche relative alle interferenze.

Durante la costruzione l'I.A. fornirà alla TOSSILO TECNOSERVICE S.p.A. le indicazioni procedurali pratiche volte a risolvere problematiche operativo-gestionali.

La realizzazione dell'opera sarà articolata in sei fasi principali:

- 1) La *prima fase* riguarda essenzialmente l'impianto del cantiere e tutte le lavorazioni correlate (scavo di scarifica superficiale, recinzione, viabilità di servizio, baraccamenti, segnaletica, etc.). Si procederà inoltre alla demolizione di alcuni edifici esistenti. In questa fase si prevede di impiegare i seguenti mezzi/attrezzature di cantiere: escavatori cingolati, autocarri a tre e quattro assi, pala cingolata, pala gommata, escavatore munito di martello demolitore.
- 2) Durante la *seconda fase* si realizzeranno le paratie previste a sostegno degli scavi e, una volta completate queste ultime, si potrà dare inizio agli scavi per portare i piani alle quote di progetto. In questa fase si inizieranno anche i movimenti terra, le opere di fondazione dirette ed indirette. Per queste lavorazioni si prevede di impiegare i seguenti mezzi/attrezzature di cantiere: escavatori cingolati, autocarri a tre e quattro assi, pala cingolata, pala gommata, trivelle, autogru, autobetoniere, gru a torre.
- 3) I movimenti terra saranno in gran parte completati nel corso della *terza fase* delle lavorazioni, durante la quale si procederà anche alla realizzazione delle rimanenti opere di fondazione, sia superficiali che profonde; inoltre, in vista dell'articolarsi delle attività, con conseguente previsione di incremento del numero degli operatori contemporaneamente presenti in cantiere, nonché di diverse imprese esecutrici e/o fornitori, si provvederà al potenziamento della logistica e al completamento della viabilità a servizio del cantiere. In questa fase si prevede di impiegare i seguenti mezzi/attrezzature di cantiere: escavatori cingolati, autocarri a tre e quattro assi, pala cingolata, pala gommata, trivelle, autogru, autobetoniere, gru a torre.
- 4) La *quarta fase* delle lavorazioni sarà caratterizzata dall'esecuzione delle opere edili in c.a. in elevazione e dall'inizio della realizzazione dei principali edifici in carpenteria metallica; apposite aree di cantiere saranno destinate allo stoccaggio/assemblaggio dei profili in acciaio semplici e composti ed alle varie attrezzature/apparecchiature che verranno utilizzate. In questa fase si prevede di impiegare i seguenti mezzi/attrezzature di cantiere: minipala, miniescavatore, autogru, autobetoniere, autocarri, autocarri muniti di gru.

	REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	S.I.A. - Quadro di riferimento progettuale	PAG. 80/154	

- 5) la *quinta fase* sarà dedicata all'ultimazione sia delle opere in c.a. che di quelle in carpenteria metallica; man mano che i vari edifici saranno completati, si potrà procedere al montaggio degli impianti e delle attrezzature elettromeccaniche. In questa fase si prevede di impiegare i seguenti mezzi/attrezzature di cantiere: minipala, miniescavatore, autogru, autobetoniere, autocarri, autocarri muniti di gru.
- 6) la *sesta ed ultima fase* sarà destinata alle sistemazioni esterne, alle opere di finitura, alla realizzazione dei parcheggi e della viabilità a servizio del termovalorizzatore, al completamento degli impianti, allo smobilizzo del cantiere e alla pulizia finale. In questa fase si prevede di impiegare i seguenti mezzi di cantiere/attrezzature: escavatori cingolati, pale gommate, minipala, miniescavatore, autocarri a tre e quattro assi, rullo vibrante, vibrofinitrice, autobetoniere, autogru, autocarri muniti di gru.

Per quanto concerne l'organizzazione del cantiere, si prevede l'utilizzo di una serie di aree individuate e concepite per rispondere alle seguenti esigenze:

- necessità di utilizzare grandi superfici per lo stoccaggio dei materiali e delle attrezzature;
- necessità di realizzare i lavori in tempi ristretti, al fine di ridurre i costi di realizzazione e rispettare le scadenze programmate.

Di seguito sono illustrati i criteri adottati per la definizione dell'organizzazione interna del cantiere.

La progettazione di un cantiere, infatti, segue regole dettate da numerosi fattori: la geometria dell'opera da realizzare, la morfologia del territorio, il tipo ed il cronoprogramma delle lavorazioni previste all'interno di ogni singola area.

Le strutture logistiche di cantiere saranno costantemente adeguate e riorganizzate in funzione della dinamica temporale degli interventi, così come fissata nel Cronoprogramma di esecuzione.

All'interno del cantiere sono individuate:

- aree destinate alla logistica,
- aree assegnate alle singole imprese esecutrici,
- aree di stoccaggio dei materiali e delle attrezzature,
- aree per lo stoccaggio dei rifiuti e per il deposito dei materiali provenienti dalle demolizioni,
- area per la lavorazione del ferro,
- aree dedicate ai parcheggi (quello riservato al personale degli uffici e quello destinato alle maestranze).

La viabilità interna al cantiere sarà organizzata in percorsi, separando i veicolari da quelli pedonali.



Tavole grafiche individueranno compiutamente i percorsi di collegamento tra le varie zone di lavoro, i percorsi di accesso e uscita, i percorsi pedonali protetti e la viabilità destinata ai mezzi di cantiere. Sia il cantiere che le singole aree destinate a specifiche funzioni saranno opportunamente segregati e delimitati da un'adeguata recinzione ed inoltre ogni zona sarà dotata di adeguata segnaletica.

Inoltre il cantiere dovrà consentire lo stoccaggio dei materiali da montare nonché le operazioni di pre-assemblaggio prima della messa in opera.

Le aree di stoccaggio sono state individuate in maniera tale da minimizzare i percorsi ed i tempi di trasporto materiali, aumentando nel contempo la flessibilità e l'efficienza dell'organizzazione.

Oltre che di recinzione esterna, il cantiere sarà attrezzato di punti di carico acqua potabile e di scarico acque reflue, punti di consegna energia ENEL, impianti di telecomunicazione, computer, stampanti e apparecchiature varie nonché di servizio di guardiana posto in corrispondenza dell'ingresso.

Le caratteristiche del cantiere sono state determinate in funzione del numero massimo di persone che graviterà su di esso nel corso delle varie fasi in cui si articola l'intervento, sulla base delle linee guida emesse dal Servizio Sanitario Nazionale e secondo quanto disposto dalla normativa vigente in materia di salute e sicurezza dei lavoratori (D.Lgs. 81/08 e successive integrazioni e modifiche) che definisce in dettaglio le dimensioni e le installazioni minime necessarie.

	REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	S.I.A. - Quadro di riferimento progettuale	PAG. 81/154	

8.1.1 Accesso al cantiere ed eliminazione interferenze dei flussi di traffico

Per eliminare le interferenze tra i mezzi di cantiere ed i mezzi che conferiscono rifiuti urbani all'impianto, sarà realizzato un accesso distinto all'area di cantiere nella parte nord.

Gli accessi distinti eliminano ogni interferenza tra i flussi dei mezzi che conferiscono i RU all'impianto e i mezzi di cantiere, consentendo un ottimale gestione ordinaria dell'impianto.

L'area di cantiere, ove saranno collocati tutti i baraccamenti e predisposta una ampia area per lo stoccaggio dei materiali ed il montaggio delle varie opere elettromeccaniche, sarà localizzata nella parte nord in area esterna all'attuale limite dell'impianto di proprietà della stazione appaltante.

In fase di progettazione esecutiva nel piano di sicurezza e coordinamento saranno affrontate e risolte nel dettaglio le problematiche relative alle interferenze e saranno indicate le procedure operative per eliminare i rischi.

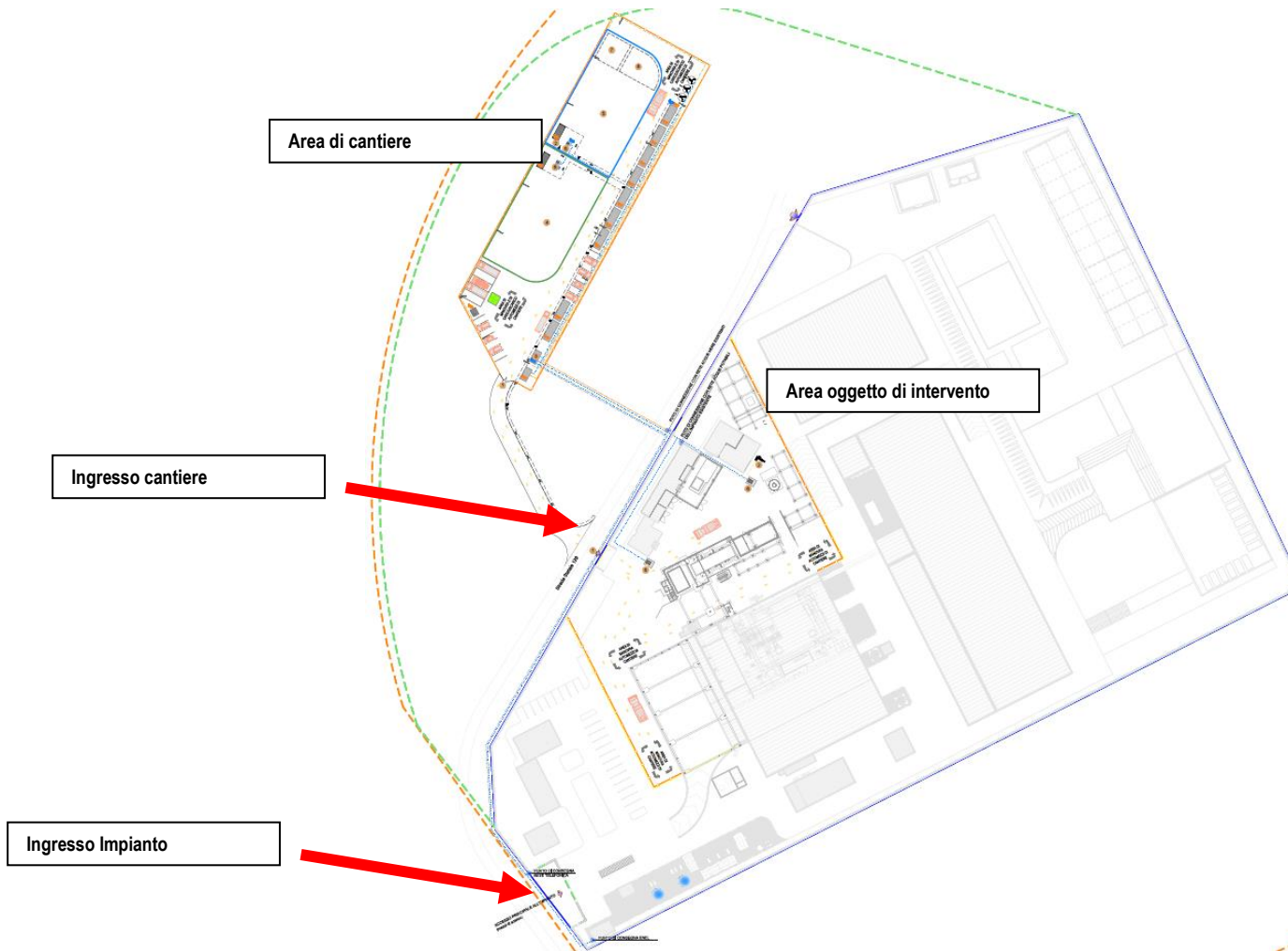


Figura 20: Planimetria generale - area cantiere - accessi

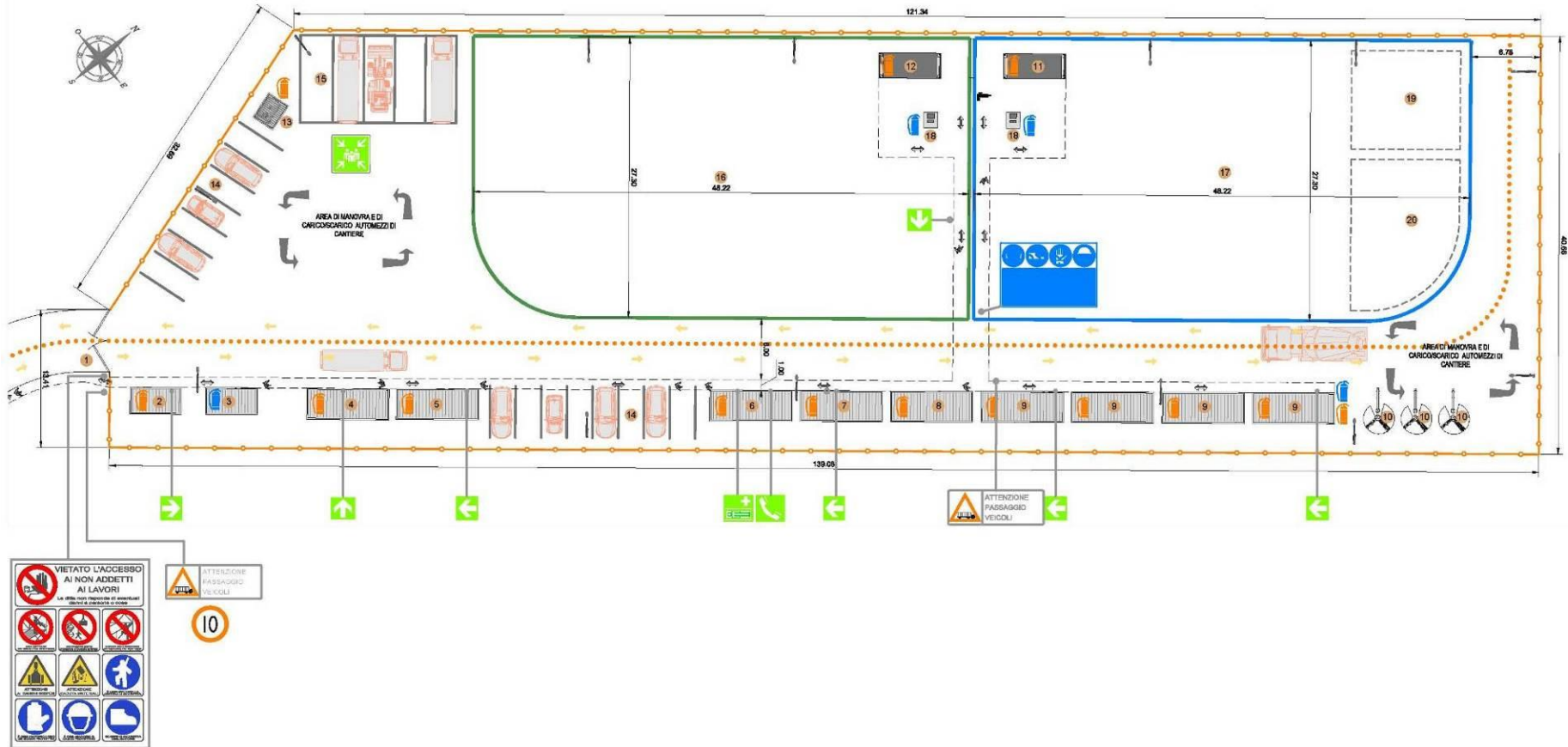




Figura 21: Lay-out di dettaglio area cantiere

	REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	S.I.A. - Quadro di riferimento progettuale	PAG. 84/154	

8.1.2 Realizzazione avanfossa

La costruzione della nuova avanfossa comporterà inevitabilmente un fermo impianto, tale periodo sarà limitato nel tempo anche grazie alla tipologia strutturale in acciaio adottata. Il fermo impianto, concordato con la Tossilo s.p.a. sarà limitato alla realizzazione delle opere di fondazione ed al montaggio della struttura in acciaio in elevazione.



Figura 22: Planimetria Avanfossa - Fossa

Tali operazioni saranno concordate con la Tossilo Tecnoservice S.p.A. in modo tale da bloccare i conferimenti per effettuare le lavorazioni con la fossa rifiuti vuota sia da RU che da CSS.

8.1.3 Risoluzioni interferenze tra costruzione gestione



Durante la realizzazione della nuova linea si avranno delle interferenze tra la linea di pretrattamento RU e le operazioni di costruzione, sarà comunque garantito l'accesso alla nell'area di cantiere sotto il coordinamento del CSE, per effettuare le operazioni manutentive al per permettere l'estrazione e l'allontanamento dei cassoni scarrabili (ferrosi e scarti), che attualmente vengono estratti da due portoni che in fase realizzativa si affaceranno direttamente nell'area di cantiere.



Figura 23: Planimetria nuova linea - impianto di preselezione

8.1.4 Adeguamento Fossa esistente

La fossa sarà oggetto di lavori di adeguamento che causeranno un fermo impianto limitato ad alcuni giorni per permettere la realizzazione dell'impianto di deodorizzazione, la posa delle condotte dell'aria primaria, e la revisione dei carroponti esistente con l'adeguamento delle vie di corsa.

	REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	S.I.A. - Quadro di riferimento progettuale	PAG. 85/154	

Tali operazioni saranno concordate con la Tossilo Tecnoservice S.p.A. in modo tale da bloccare i conferimenti per effettuare le lavorazioni con la fossa rifiuti vuota sia da RU che da CSS.

8.2 ATTIVITÀ IN FASE DI ESERCIZIO

8.2.1 Fase di avviamento della nuova linea

8.2.1.1 Zona forno

Fase: Essiccamento e cottura refrattario

L'essiccamento serve ad allontanare dal materiale l'acqua o meglio l'umidità presente, mentre la cottura a sinterizzare i materiali silico-alluminosi per portarli ad avere le specifiche caratteristiche fisico-chimiche.

Il rivestimento è prevalentemente costituito da tavole sinterizzate in carburo di silicio (SiC 90), che abbisogna di solo essiccamento; il retrostante cemento auto-livellante, così come il materiale gunitato, laddove non vi sono tavole, è sempre a base di carburo di silicio, ma abbisogna di una cottura, seppur non impegnativa. Diversamente una cottura impegnativa necessita la zona di scarico scorie essendo realizzata con materiale silico-alluminoso, non tanto per i mattoni, anche perché preformati, quanto per gli inforni, come cementi e/o gettate.

Il parametro fondamentale è l'accoppiata temperatura (fumi)-tempo che deve seguire l'andamento indicato in un diagramma specifico di essiccamento, con livelli e durate minimali da seguire.

Per tale essiccamento vengono utilizzati i bruciatori in dotazione, e cioè quelli di accensione e post-combustione. Quindi il processo di essiccamento-cottura dei materiali di rivestimento interno del forno-caldaia comincerà con l'accensione del bruciatore ausiliario e quindi degli altri secondo il flusso dei fumi.

1) ESSICCAMENTO (I Fase)

Questa fase è molto influenzata dalle condizioni meteo-climatiche della zona di realizzazione dell'impianto e dalle modalità realizzative dell'opera, senza dimenticare il microclima che si instaura autonomamente all'interno al forno-caldaia; ne consegue che non è possibile prevedere dettagliatamente ed istante per istante cosa potrà verificarsi durante l'operazione. Per quanto attiene il livello termico ci si riferisce a quello dei fumi rilevato da varie termocoppie nelle camere di combustione e postcombustione; in particolare per il controllo dell'andamento termico viene assunto come riferimento quello della prima termocoppia che raggiunge il livello previsto.

Questa può essere così compendiate:

- a) presa materiale a temperatura ambiente dalla sua posa,
- b) innalzamento a 150°C con una rampa caratterizzata da un gradiente non superiore a 15°C/h,
- c) sosta a 150 °C
- d) innalzamento a 250°C con una rampa caratterizzata da un gradiente non superiore a 15°C/h
- e) sosta a 250°C

A questo punto può essere considerato ultimato l'essiccamento, ma occorre procedere con la cottura.



2) COTTURA (II Fase)

In prosecuzione alla precedente fase si procede alla cottura di quei refrattari che ne abbisognano e si procede così a:

- a) innalzamento a 450°C con un gradiente non superiore a 20°C/h
- b) sosta a 450°C
- c) innalzamento a 650°C con una rampa caratterizzata da un gradiente non superiore a 20°C/h
- d) sosta a 650°C,
- e) innalzamento a 1.000°C con una rampa caratterizzata da un gradiente non superiore a 30°C/h
- f) sosta a 1.000°C in condizioni di normale esercizio del forno-caldaia con la combustione dei rifiuti, anche per testare l'idoneità del materiale utilizzato e/o dell'essiccamento-cottura effettuato,
- g) raffreddamento fino a temperatura ambiente con un gradiente non superiore a 50°C/h

A questo punto può essere considerata ultimata la cottura, ma è meglio procedere con una puntuale verifica della correttezza del trattamento di essiccamento-cottura dei refrattari, come di seguito esposto.

Si precisa che nella prima fase di essiccamento l'andamento termico potrà essere difficile seguire il grafico, a cui occorre tendere e riferirsi, anche perché la reale situazione dipende da molte condizioni al contorno, peraltro difficilmente definibili in maniera esatta; è importante però che il gradiente sia considerato come massimale e la successiva sosta in temperatura come minimale.

	REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	S.I.A. - Quadro di riferimento progettuale	PAG. 86/154	

Si fa presente che il superamento del gradiente di temperatura, della temperatura di stazionamento e/o del tempo di permanenza fino al 10-15%, con successivo recupero, non influiscono significativamente sul trattamento termico dei materiali refrattari.

4) ISPEZIONE INTERNA

Quale naturale conclusione della detta procedura di essiccamento-cottura dei refrattari o meglio della corretta procedura, esente da difetti, quali rotture e/o cedimenti dei refrattari, si deve procedere ad un'accurata ispezione interna. Qualsiasi situazione non regolare deve essere denunciata e se del caso indagata soprattutto in relazione alla sua risoluzione.

8.2.1.2 Zona trattamento fumi

Fase: Preparazione linea

L'impianto deve essere preventivamente testato in tutti i suoi componenti, pronto al funzionamento in manuale e/o automatico sia in modalità di by-pass che in modalità filtrazione, compresa la corretta conduzione dei reagenti solidi e liquidi, i trasporti reagenti e ceneri, il preriscaldamento e il ricircolo fumi al forno ed i ventilatori di coda, che manterranno la corretta depressione nel forno – caldaia durante tutte le fasi di essiccamento e cottura.

Pulizia SCR

Questa procedura deve essere compiuta prima dell' inizio delle fasi di essiccamento e cottura del refrattario.

Prima di iniziare questa fase la caldaia deve essere intercettata attraverso le valvole di intercettazione filtro a maniche e by-pass impianto. Il passaggio dell' aria avviene attraverso filtro a maniche ed SCR.

La configurazione del filtro a maniche prevede che il tiraggio avvenga dai portelli sulle tramogge del filtro a maniche con passaggio aria attraverso il DeNOx SCR.

Si effettua così il flussaggio dei collettori in / out e rigenerazione SCR

Completato il flussaggio, riaprire il by-pass SCR chiudendo la valvola dell'aria di sbarramento by-pass, richiudendo contemporaneamente le valvole dei collettori di ingresso e uscita del DeNOx SCR e aprendo la valvola rompi vuoto nel collettore di uscita SCR.

Nel DeNOx SCR viene inserito il catalizzatore della 1a cella e aperte tutte le valvole di ingresso fumi (sia quelle del collettore fumi che le quelle della rigenerazione) e le valvole manuali di uscita fumi, pronto per il preriscaldamento di filtro a maniche e DeNOx SCR.

Durante le fasi di essiccamento

Durante la fase di essiccamento del rivestimento interno del forno – caldaia, l'impianto di depurazione fumi è mantenuto completamente in by-pass.

La configurazione delle apparecchiature è la seguente:

Entro le ultime fasi di essiccamento del refrattario viene attivato il sistema di preriscaldamento (preriscaldamento a ricircolo e piastre sul filtro) del filtro a maniche, fino al raggiungimento della temperatura di set-point che permette il passaggio in filtrazione, in modo che il filtro a maniche sia pronto a ricevere i fumi durante la fase successiva (cottura).

Durante le fasi di cottura

Precoating

Nella fase di cottura, quando la temperatura dei fumi in uscita caldaia ha raggiunto i 150°C circa, il percorso fumi può essere commutato dalla condizione di by-pass impianto al passaggio attraverso il filtro a maniche, chiudendo le valvole di intercettazione ingresso e uscita del by-pass di impianto e aprendo le valvole di ingresso del filtro a maniche, mantenendo il DeNOx SCR in by-pass.



Per attivare la filtrazione deve verificarsi il passaggio di fumi con temperatura a monte del filtro di almeno 150°C.

Verificato il raggiungimento della temperatura dei fumi a monte del filtro a maniche, si disattiva il sistema di preriscaldamento a ricircolo e si chiudono le valvole di intercettazione della linea di preriscaldamento. Automaticamente si attiva l'aria di sbarramento della linea di stessa; il preriscaldamento a piastre resta attivo in mantenimento.

A questo punto ha inizio l' iniezione del bicar nel reattore.

Ultimata la fase di precoating, arrestare il gruppo trasporto, macinazione, dosaggio e iniezione bicar, lasciando attivo il sistema di scarico filtro al big-bag.

Il sistema viene rimesso in by-pass generale di impianto e attivato il preriscaldamento di filtro a maniche e DeNOx SCR, in modo che anche questo sia pronto a ricevere i fumi caldi senza rischi di shock termici. Il by-pass SCR è intercettato.

	REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	S.I.A. - Quadro di riferimento progettuale	PAG. 87/154	

Attivazione DeNOx SCR

Al raggiungimento della temperatura di 150°C dei fumi all'ingresso del filtro a maniche, completato il ciclo di preriscaldamento filtro maniche + DeNOx SCR, si può attivare il passaggio dei fumi in filtrazione attraverso il filtro a maniche ed il DeNOx SCR.

Al raggiungimento della temperatura minima di 170°C in uscita DeNOx SCR si provvede all'attivazione in manuale dell'iniezione del reagente liquido (soluzione ammoniacale).

8.2.2 Gestione a regime dell'impianto

A valle del collaudo tecnico-amministrativo si procederà alla fase di gestione per sei mesi da parte dell'I.A., con proprio personale direttivo e operativo in affiancamento al Gestore TOSSILO TECNOSERVICE S.p.A.

Il personale della I.A. dedicato alla gestione operativa e direzionale dell'impianto durante i sei mesi successivi al collaudo sarà composto dalle seguenti figure:

- Capo Esercizio
- Responsabili in turno
- Operatori in turno – meccanici
- Operatori in turno – elettrici

Di seguito andiamo a dettagliare le mansioni delle figure professionali previste nella fase gestionale.

8.2.3 Capo esercizio



Il Capo Esercizio è un profilo iscritto all'albo dei Gestori Ambientali, ed ha la funzione di:

- definire le modalità dell'esercizio provvisorio in accordo al CSA e alle direttive gestionali aziendali, emettendo disposizioni e stabilendo le procedure in merito. Tali procedure saranno preventivamente sottoposte ad approvazione da parte della direzione di Tossilo Tecnoservice.
- vigilare affinché l'impianto sia gestito in conformità alle disposizioni sulla sicurezza previste dal DLgs 81/08 (gestione provvisoria di sei mesi in regime di DUVRI) e al rispetto delle prescrizioni ambientali previste dal DLgs 152/06. Sarà redatto da RSPP incaricato apposito DUVRI con indicazione di tutte le attività interferenti con l'esercizio delle vecchie linee e del sistema di selezione.
- verificare e archiviare i tabulati ed i registri relativi alla conduzione dell'impianto
- pianificare e controllare, in collaborazione con gli addetti Tossilo, l'ingresso e l'uscita dei rifiuti dall'impianto
- curare la tenuta della documentazione PED, ASL, VVFF ed assistere tali enti durante le verifiche da questi effettuate, riportando a CIM e Tossilo
- interfacciarsi con gli organi di controllo ambientali (Provincia Settore Ambiente, Arpa, ecc.) riportando al CIM e a Tossilo
- Svolgere un ruolo di interfaccia tra la struttura organizzativa operativa della linea nuova in gestione provvisoria, il Consorzio CIM e la Direzione di Tossilo Tecnoservice; rendere disponibili a CIM e Tossilo tutte le informazioni relative all'efficacia del Sistema di Gestione Ambientale e del Sistema di Gestione della Sicurezza applicati
- predisporre, distribuire ed archiviare la documentazione prevista per gli organi di controllo e per il reporting di impianto
- Coordinare i responsabili di turno e il personale addetto alla manutenzione meccanica ed elettrica di impianto
- Programmare e coordinare le attività di manutenzione ordinaria ed, eventualmente, straordinaria.
- Fa parte della squadra antincendio e di primo soccorso.
- E' il responsabile del sistema SME, e il primo interfaccia con il tecnico SME in caso di necessità.

8.2.4 Responsabili in turno

L'attività lavorativa è suddivisa in 3 turni giornalieri ed è previsto un responsabile di turno (conduttore patentato di generatore di vapore) che ha i seguenti compiti:

- verifica della conduzione dell'impianto e dei generatori di vapore
- verifica della sicurezza derivante dall'esercizio dei generatori stessi
- il Responsabile in Turno dalla sala controllo, tramite i monitor che rilevano l'andamento dell'impianto in tempo reale, controlla in continuo i parametri che caratterizzano il processo di termovalorizzazione e conduce l'impianto in modo che i parametri di emissione in ambiente rientrino nei valori definiti dal DlgI 133/05, ottimizzando la produzione elettrica.
- Svolge in turno la propria attività stazionando in sala controllo ed essendo in possesso dell'abilitazione di primo grado alla conduzione di generatori di vapore.



	REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
S.I.A. - Quadro di riferimento progettuale		PAG. 88/154	

- In assenza del responsabile superiore (Capo Esercizio), risponde di tutto quanto avviene sull'impianto.
- Fa parte della squadra antincendio e di primo soccorso.
- E' responsabile della custodia del Registro di Esercizio in Sala controllo, dove, ad ogni turno, vengono segnalati gli eventi rilevanti e le problematiche riscontrate. Tiene costantemente informato il Capo Esercizio circa gli eventi salienti della conduzione e lo informa riguardo a:
 1. visite o sopralluoghi di estranei sull'impianto a qualsiasi titolo;
 2. eventuali anomalie che rendano il servizio non rispondente alle prescrizioni. Tali anomalie saranno registrate anche sui moduli di richiesta di intervento di manutenzione.
- Provvede al controllo ed alla conduzione dell'impianto, intervenendo sui punti di regolazione da sala quadri, previa l'interpretazione delle variabili e dell'assetto tecnico dell'impianto mantenendolo negli opportuni margini operativi:
 - 1 temperatura, qualità della combustione, qualità dei fumi uscenti dalla camera di post-combustione, qualità delle scorie di scarico;
 - 2 pressione d'esercizio caldaia, temperatura del vapore, qualità dell'acqua di alimento caldaie e delle condense;
 - 3 parametri di esercizio dei turboalternatori, condensatore, valvole di riduzione della pressione del vapore, desurriscaldatori, degasatore;
 - 4 parametri di funzionamento dell' elettrofiltro e del filtro a maniche;
 - 5 parametri di funzionamento dell'impianto di demineralizzazione acqua di alimento caldaie;
 - 6 parametri di funzionamento dell'impianto Denox SCR
 - 7 valori di emissione a camino.
- Effettua controlli puntuali sulle pagine grafiche di supervisione relative alla rete vapore, al recupero condense ed alla produzione di energia elettrica, oltre al controllo continuo delle pagine relative ai forni, alle caldaie, alle torri di lavaggio fumi, al filtro a maniche e ai parametri di emissione a camino allo scopo di verificarne la regolarità di esercizio compensando la regolazione qualora sia necessario.
- Effettua un controllo visivo della camera di combustione intervenendo se necessario su griglie e parzializzazioni dell'aria.
- Provvede alla pulizia delle caldaie (surriscaldatore, economizzatore e banco evaporativo); durante le operazioni di pulizia farà controllare all'operatore esterno l'effettiva azione dei percussori.
- Durante il proprio turno comanda all'operatore esterno di effettuare le analisi sulle acque, di registrarne i risultati ottenuti e di regolare, in funzione dei risultati analitici, il dosaggio dei reattivi. Fa effettuare all'operatore esterno la preparazione delle soluzioni dei reagenti e la rilevazione del livello dei chemicals e le relative quantità residue, segnalando a CI la necessità degli approvvigionamenti con un anticipo di almeno 10 giorni.
- Interviene quando necessario in cabina elettrica per il ripristino dei termici e per il riarmo dei relé di protezione esclusivamente quando tali interventi sono eseguibili dall'esterno delle apparecchiature ed in assoluta sicurezza; fa intervenire la manutenzione elettrica negli altri casi.
- Coordina le attività dell'operatore esterno, del gruista e dell'addetto al carico RSO. A fine turno compila il registro di esercizio descrivendo l'andamento del turno e le eventuali difficoltà incontrate nel disbrigo delle attività e tutte le manovre effettuate sia direttamente che dall'operatore esterno.
- In caso di necessità, in assenza del responsabile superiore, richiede l'intervento dei Vigili del Fuoco o della Croce Rossa.
- Si mantiene costantemente informato sui lavori di manutenzione eventualmente in corso durante il suo turno di lavoro.

8.2.5 Operatori in turno – meccanici ed elettrici

Per l'esecuzione di ogni turno vengono previsti un operatore meccanico ed un operatore elettrico

- L'operatore in turno svolge la propria attività a stretto contatto con il capo turno e si occupa del controllo visivo e non, del funzionamento delle apparecchiature e del buon andamento dell'impianto.
- Svolge in turno la propria attività all'esterno della sala controllo e mantiene i contatti con il conduttore impianto a cui riferisce effettuando tutte le manovre necessarie al buon andamento del servizio che il conduttore riterrà necessario.
- Fa parte della squadra antincendio e di primo soccorso.
- Effettua direttamente gli interventi di controllo e di servizio necessari al buon funzionamento delle apparecchiature e segnatamente durante il proprio turno effettua la verifica di tutte le parti dell'impianto fra cui:
 - o Compila i moduli di richiesta di intervento di manutenzione nel caso in cui riscontri delle anomalie di funzionamento.

	REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	S.I.A. - Quadro di riferimento progettuale	PAG. 89/154	

- Provvede al controllo del dosaggio dei reagenti di processo, prepara le soluzioni da dosare in caldaia, preleva ed analizza per conto del conduttore impianto i campioni delle acque, rileva i livelli e le giacenze dei chemicals.
- Durante le operazioni di pulizia delle caldaie controlla sul posto l'effettiva azione dei percussori
- Effettua il controllo diretto dei serbatoi delle acque ed esegue tutte le manovre di regolazione necessarie all'eventuale ripristino.

Gli operatori in turno, oltre alle funzioni di controllo, repostistica e vigilanza h.24 dell'impianto durante il funzionamento, svolgono anche attività di manutenzione ordinaria meccanica ed elettrica dell'impianto. I turni di 8 ore verranno mediamente coperti da un operatore meccanico ed uno elettrico, per quanto riguarda il personale della I.A.



Durante i turni, gli operatori, come i capi turno, avranno anche il compito di prestare opera di affiancamento agli operatori della Tossilo Tecnoservice. Saranno pertanto presenti in turno da un minimo di tre ad un massimo di quattro operatori per turno, di cui due facenti parte della squadra della I.A. Gli operatori della I.A., così come i capi turno, presteranno anche servizio, in caso di necessità e in supporto agli operatori di Tossilo, in funzione di carropontisti dedicati all'alimentazione del rifiuto in tramoggia.

L'operatore in turno elettrico avrà effettuato un corso sulla gestione e l'utilizzo dei sistemi DCS e SME e potrà agevolmente interfacciarsi, in caso di necessità, con i tecnici DCS e SME, previa autorizzazione da parte del Capo Impianto.

Ad integrazione delle attività di gestione operativa il personale di impianto, dedicato alla gestione provvisoria di sei mesi e all'affiancamento del Gestore, sarà supportato da figure tecniche specialistiche per ogni parte di impianto che richieda supporto e manutenzione. Sarà compito del Capo Esercizio schedare verifiche e controlli settimanali in teleassistenza con le varie figure professionali e programmare eventuali trasferte e permanenze di tale ulteriore personale in impianto.

Ad ulteriore supporto del personale meccanico ed elettrico presente in impianto h.24 per il disbrigo delle attività manutentive ordinarie verrà garantito dall'I.A. un servizio h.24 di reperibilità meccanica/elettrica a chiamata.

ATTIVITÀ	DESCRIZIONE
Scarico	Lo scarico in fossa è consentito ai mezzi dotati di sistema di scarico automatico. I mezzi ribaltabili con apertura manuale devono aprire i portelloni di scarico posteriori prima di oltrepassare la linea gialla e solo in seguito retrocedere fino al cordolo di cemento della fossa.
Sistemazione del rifiuto in fossa e caricamento forno	L'addetto al caricamento del forno, verificata la possibilità di effettuare lo scarico, sulla base dello spazio disponibile in fossa, apre la porta corrispondente. Una volta effettuato lo scarico, sistema i rifiuti mediante ripresa e abbancamento a mezzo benna degli stessi e per creare lo spazio necessario per ulteriori scarichi. Per il corretto uso della benna l'operatore deve effettuare il numero minimo di manovre atte al caricamento. In caso di interruzione del carico (allarmi, telefono ecc) l'operatore deve provvedere allo spegnimento della linea carroponte tramite interruttore. Il caricamento del forno dipende dal livello della tramoggia. Quando la tramoggia è libera l'operatore carica il forno con un numero di bennate, evitando di sovraccaricare le tramogge rischiando di creare intasamenti.
Combustione	La temperatura che ottimizza la combustione e la conservazione del refrattario è compresa tra i 850 e i 1100° C in camera di combustione. Il bruciatore a gasolio interviene nelle fasi di preriscaldamento e se necessario per mantenere la temperatura minima. Al di sotto di 850°C si attiva il blocco dell'alimentazione forni e automaticamente intervengono i bruciatori (D.Lgs. 133/2005). Una volta raggiunta la temperatura, i bruciatori devono essere tolti manualmente. Il controllo della temperatura avviene tramite termocoppia con lettura su display. Il valore della depressione è controllato sul vacuometro in camera di postcombustione; la depressione impostata è garantita dall'autoregolazione della velocità del ventilatore di coda e impedisce la fuoriuscita dei fumi. L'immissione di aria primaria e secondaria è regolata automaticamente tramite apposite valvole sui ventilatori (% di apertura visualizzato su display). La portate vengono misurate. L'operatore di turno regola il ciclo di temporizzazione delle griglie e l'immissione di aria primaria per garantire la completezza della combustione e verifica l'uniforme distribuzione dei rifiuti sulle griglie recandosi all'oblò del forno.
Post-combustione	L'operatore controlla il valore del tenore di ossigeno sul display della sonda lambda che deve essere almeno il 6% . Valori inferiori richiedono l'immissione manuale dell'aria terziaria. Mantiene la temperatura in camera di postcombustione > di 850° regolando automaticamente la valvola per il controllo della depressione sull'economizzatore. Se la temperatura raggiunge il valore minimo di 850° entrano in funzione automaticamente i bruciatori di sostegno, come previsto dal D.Lgs. 133/2005.

	REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	S.I.A. - Quadro di riferimento progettuale	PAG. 90/154	

Recupero calore dei fumi in caldaia	<p>La caldaia del tipo a tubi d'acqua provvede al recupero di calore dei fumi trasformando in vapore l'acqua. La pressione prodotta viene mantenuta nel corpo cilindrico tramite valvola di regolazione sul circuito vapore al turboalternatore.</p> <p>Il livello d'acqua nel corpo cilindrico è visibile tramite livelli ottici ed elettrici ed è mantenuto da una pompa di alimento regolata sulla mandata da una valvola automatica.</p> <p>Controlla sul display che la temperatura del vapore in uscita dal surriscaldatore assuma un valore di set point e che i fumi in uscita dalla caldaia abbiano la temperatura prevista.</p> <p>Effettua la pulizia fascio tubiero tramite battitura per eliminare fuliggine.</p>
Controlli turboalternatore	<p>Il turboalternatore è dotato di dispositivi di controllo e sicurezza atti a garantire il corretto funzionamento della macchina. In sala controllo sono riportate le temperature dei cuscinetti, pressione e temperatura dell'olio di lubrificazione, livello serbatoio olio di lubrificazione, spostamento assiale, vibrazioni, temperatura vapore in ingresso e sistema elettrico di interfaccia. Il superamento delle soglie impostate sulle segnalazioni comporta il trip macchina.</p> <p>La macchina è dotata di dispositivo elettronico e meccanico per il controllo della velocità; in caso di overspeed intervengono le protezioni.</p> <p>Tutte le protezioni della macchina agiscono su due valvole in parallelo (normalmente aperte) sul circuito dell'olio di comando. L'apertura di dette valvole garantisce lo scarico dell'olio nel circuito di comando con la chiusura della valvola di ammissione vapore.</p>
Condensazione vapore d'acqua	L'operatore regola la temperatura tramite la velocità dei ventilatori di raffreddamento dell'aerocondensatore
Depurazione fumi	<p>L'operatore controlla la concentrazione di gas acidi nella ciminiera regolando il valore di set-point in base al quale vengono dosati in automatico i reagenti:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bicarbonato di sodio nel reattore a secco per abbattimento acidi; • Carbone attivo nel reattore a secco per abbattimento metalli pesanti e microinquinanti; • Soluzione ammoniacale nel condotto di ingresso al SCR per abbattimento NOx regolata automaticamente. <p>I valori dei parametri imposti dalla norma sono visualizzati sul video mediante analisi in continuo dei fumi. Con frequenza quadrimestrale vengono effettuate le analisi al camino da laboratorio abilitato per l'individuazione dei parametri previsti dalla norma (es. metalli pesanti e microinquinanti).</p> <p>Il sistema di monitoraggio fumi determina il blocco dell'alimentazione rifiuti in camera di combustione al superamento dei limiti imposti (D.Lgs. 133/2005)</p> <p>L'operatore controlla la pressione differenziale del filtro a maniche che deve essere compresa tra 80 e 200 mmH₂O.</p>
Controllo in continuo emissioni	<p>L'operatore controlla i parametri di emissione in continuo con stampa periodica e li confronta con i valori di riferimento. In caso di superamento compare sul monitor il segnale di allarme e un segnalatore acustico avverte del pericolo.</p> <p>Se un valore limite di emissione risulta superato informa il Capo esercizio. Nel caso di permanenza del problema il Capo esercizio apre la procedura di N.C. ed informa R.L. che a sua volta provvede ad informare l'autorità competente secondo le procedure concordate all'atto della autorizzazione.</p>
Controllo carico scarico ceneri	Prima di raggiungere l'80% della capienza dei silos dove vengono stoccate le ceneri leggere (cod. CER 190105) l'operatore informa il capo impianto che contatta lo smaltitore per il conferimento del rifiuto. L'operazione di carico del rifiuto viene effettuata dopo aver accuratamente verificato il corretto allacciamento delle tubazioni. Prima dell'allontanamento dall'impianto l'operatore si assicura che il trasportatore sia in possesso delle informazioni sulle caratteristiche del rifiuto altrimenti gli consegna una copia della scheda di caratterizzazione del rifiuto.
Raffreddamento e scarico scorie	Il trasportatore che raccoglie le scorie provenienti dalla griglia è immerso in acqua in modo da raffreddare il materiale prima di scaricarlo. L'operatore controlla il livello di riempimento della fossa scorie, provvedendo a svuotarla periodicamente.
Controllo perdite/versamenti acque reflue	L'operatore verifica periodicamente l'integrità delle tubazioni a vista e l'assenza di perdite evidenti dalla vasca tramite un controllo visivo del livello. Presiede alle operazioni di carico del rifiuto sull'autobotte verificando che tutte le tubature siano correttamente allacciate.
Controllo rifiuti	<p>RL fa prelevare almeno annualmente i campioni di ceneri leggere, ceneri pesanti e acque reflue da consegnare ai laboratori per effettuare le analisi chimiche.</p> <p>Controlla la composizione chimica per confrontarla con il livello di accettazione degli impianti di destinazione.</p>

9. RISULTATI DELL'ANALISI ECONOMICA COSTI/BENEFICI

Per una puntuale e dettagliata analisi dei costi e dei benefici connessi con l'attuazione dell'intervento di cui trattasi, si rinvia a quanto puntualmente dettagliato nel documento "Relazione tecnica e funding Gap- Business Plan", cfr: all.1 al presente SIA. Tale documento è stato alla base e prodromico alla concessione del finanziamento pubblico.

10. NORME TECNICHE CHE REGOLANO LA REALIZZAZIONE DELL'OPERA

La realizzazione degli interventi oggetto della presente relazione sarà conforme alle norme e disposizioni vigenti in Italia per ogni aspetto attinente ai criteri di progettazione, costruttivi, funzionali, di sicurezza, salvaguardia ambientale, autorizzativi, etc. Essa sarà rispondente a specifiche e codici tecnici progettuali, realizzativi e di collaudo nazionali ed internazionali riconosciuti e di uso corrente e consolidato non in contrasto, ma integrativi della normativa nazionale.

Si farà inoltre riferimento anche a codici e a metodologie specifiche e proprie della tecnologia degli impianti per la trasformazione dei combustibili in energia.

Pertanto il riferimento ai codici e normative generali sotto elencate è stato ampliato per i componenti di maggiore interesse tecnologico.

- | | |
|-----------|--|
| ▪ UNI | Ente Nazionale Unificazione |
| ▪ CEI | Comitato Elettrotecnico Italiano |
| ▪ CTI | Comitato Termotecnico Italiano |
| ▪ CNR-UNI | Centro Nazionale Ricerche - Ente Nazionale Unificazione |
| ▪ ISPESL | Istituto Superiore per la Sicurezza sul Lavoro |
| ▪ ANCC | Associazione Nazionale Controllo Combustione (o equivalente) |
| ▪ CEN | Comité Européen de Normalisation |
| ▪ ISO | International Standard Organization |
| ▪ DIN | Deutsche Industrie Normen |
| ▪ ANSI | American National Standard Institute |
| ▪ ASTM | American Standard For Testing Material |
| ▪ ASME | American Society of Mechanical Engineers |
| ▪ NEMA | National Electrical Manufacturers Association |
| ▪ AWS | American Welding society |
| ▪ ASA | American Standard Association |
| ▪ NFPA | National Fire Protection Agency |
| ▪ HEI | Heat Exchange Institute |
| ▪ TEMA | Tubular Exchange Manufacturers Association |
| ▪ HSI | Hydraulic Standard Institute |
| ▪ API | American Petroleum Institute |
| ▪ ACI | American Concrete Institute |
| ▪ BS | British Standard |
| ▪ PED | Componenti in pressione |
| ▪ CEE | Comunità Economica Europea |

In caso di divergenza tra le norme citate, sarà ritenuta valida la più restrittiva, sempre che non contrasti con le norme ufficiali italiane. Per i disegni di processo e strumentazione e la siglatura delle relative apparecchiature verrà usato il sistema ISA.

Il generatore di vapore verrà progettato secondo le norme ASME ed in accordo con le prescrizioni ISPESL



Sarà effettuato l'espletamento di tutte le pratiche necessarie ad ottenere l'approvazione degli enti preposti al controllo (ispesl, ENPI, VVF, ecc.). E' previsto uno studio comprendente elaborati, planimetrie, disposizioni di assieme di tutte le apparecchiature e macchinari, con indicati specificatamente, come previsto dalle norme CEI 64-2, fascicolo 319 :

- la suddivisione degli impianti in funzione del grado di pericolo di esplosione e di incendio
- le classi di appartenenza e le zone di suddivisione, in modo che la scelta delle apparecchiature elettriche e della loro disposizione sia conforme.

Per quanto non diversamente specificato si farà riferimento a quanto previsto dagli standard ENEL per centrali termoelettriche.

10.1.1 Normative di costruzione e sicurezza

La costruzione sarà rispondente a tutte le normative e raccomandazioni vigenti (leggi Nazionali e Regionali, Regolamenti Edilizi, prescrizioni A.S.L., prescrizioni VV.FF) ed in particolare, non esclusivamente :

	REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	S.I.A. - Quadro di riferimento progettuale	PAG. 92/154	

Opere in c.a. di fondazione, c.a. normale e precompresso – opere a struttura metallica :

- DM 14 gennaio 2008 - “Norme Tecniche per le Costruzioni”
- Circolare 2 Febbraio 2009, n. 617 - “Istruzioni per l'applicazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008”
- UNI EN 1991-1: 2004- “Eurocodice 1 - Basi di calcolo ed azioni sulle strutture. Parte 1: Basi di calcolo”;
- UNI EN 1991-2-1:2004 - “Eurocodice 1 - Basi di calcolo ed azioni sulle strutture. Parte 2-1: Azioni sulle strutture – Massa volumica, pesi propri e carichi imposti”;
- UNI EN 1991-2-3: 2004 - “Eurocodice 1 - Basi di calcolo ed azioni sulle strutture. Parte 2-3: Azioni sulle strutture – Carichi da neve”;
- UNI EN 1991-1-4:2005- “ Eurocodice 1 - Azioni in generale. Parte 1-4: Azioni del vento”
- UNI EN 1991-4:2006 - “ Eurocodice 1 - Azioni in generale. Parte 4: Azioni su silos e serbatoi”
- UNI EN 1992-1-1:2005 - “ Eurocodice 2 - Progettazione delle strutture in calcestruzzo. Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici”
- UNI EN 1992-3:2006 - “ Eurocodice 2 - Progettazione delle strutture in calcestruzzo. Parte 3: Strutture di contenimento liquidi”
- NF EN 1992-1-1/NA Mars 2007 - “Eurocode 2 - Calcul des structures en béton. Partie 1-1 : Règles générales et règles pour les bâtiments - Annexe Nationale à la NF EN 1992-1-1:2005 - Règles générales et règles pour les bâtiments”.
- UNI EN 1993- 1- 1 – “Eurocodice 3 – Progettazione delle strutture in acciaio. Parte 1-1: regole generali e regole per gli edifici”;
- Eurocodice 7
- Progettazione geotecnica – Parte 1: Regole generali.
- Eurocodice 8
- Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture - Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici.
- Decreto Ministeriale 10/08/2012 n° 161 Regolamento recante la disciplina dell'utilizzazione delle terre e rocce da scavo

Prevenzione infortuni ed igiene sul lavoro :

- D.lgs. n° 494/96
- Decreto Legislativo 2 febbraio 2002 n. 25 Protezione da agenti chimici
- Decreto Legislativo 25 febbraio 2000 n. 66 Attuazione delle direttive 97/42/CE e 1999/38/CE, che modificano la direttiva 90/394/CEE, in materia di protezione dei lavoratori contro i rischi derivanti da esposizione ad agenti cancerogeni o mutageni durante il lavoro
- Decreto Legislativo 19 settembre 1994 n. 626 Attuazione delle direttive 89/391/CEE, 89/654/CEE, 89/655/CEE, 89/656/CEE, 90/269/CEE, 90/270/CEE, 90/394/CEE e 90/679/CEE riguardanti il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori sul luogo di lavoro.
- Decreto Legislativo 9 aprile 2008 n. 81 (Testo coordinato con il Decreto Legislativo 3 agosto 2009, n. 106) Attuazione dell'articolo 1 della Legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutele della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro.

10.1.2 Normative ambientali – recupero energetico - varie

- D.M. 19 / 11 / 1997 N° 503 e s.m.i
- Direttiva CEE n° 91 / 689
- Direttive CEE n° 89 / 369 e n° 89 / 429
- Direttiva CE (dicembre 2000)
- D.P.R. 24 / 5 / 1988 N° 203
- D.lgs. 152 / 99
- Direttiva CE 2000 / 76 e.s.m.i
- **DECRETO LEGISLATIVO 18 febbraio 2005, n. 59** - Attuazione integrale della direttiva 96/61/CE relativa alla prevenzione e riduzione integrate dell'inquinamento.

- *Decreto Legislativo 11 maggio 2005, n. 133*-Attuazione della direttiva 2000/76/CE, in materia di incenerimento dei rifiuti
- DECRETO LEGISLATIVO 3 aprile 2006, n. 152. - Norme in materia ambientale
- DECRETO 5 aprile 2006, n.186 "*Regolamento recante modifiche al decreto ministeriale 5 febbraio 1998 «Individuazione dei rifiuti non pericolosi sottoposti alle procedure semplificate di recupero, ai sensi degli articoli 31 e 33 del decreto legislativo 5 febbraio 1997, n. 22»*".
- D.Lgs. Governo 13/08/2010 n° 155 Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa
- D.Lgs. Governo 06/11/2007 n° 194 Attuazione della direttiva 2004/108/CE concernente il riavvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relative alla compatibilità elettromagnetica e che abroga la direttiva 89/336/CEE

10.1.3 Varie

Combustibili liquidi

- D.M. 31 / 7 / 1934 e s.m.i

Approvazione delle norme di sicurezza per la lavorazione ed il trasporto di combustibili liquidi

Rumore

- Direttiva 2002/49/CE del 25/06/02 sulla determinazione e gestione del rumore ambientale (G.U.C.E. 18/07/02)
- Raccomandazione 2003/613/CE del 06/08/03 concernente le linee guida relative ai metodi di calcolo aggiornati per il rumore dell'attività industriale, degli aeromobili, del traffico stradale e ferroviario, e i relativi dati di rumorosità (GU CE 22/08/03)
- Legge 31 ottobre 2003, n. 306 - Disposizioni per l'adempimento di obblighi derivanti dall'appartenenza dell'Italia alle Comunità europee. Legge comunitaria 2003. (GU n. 266 del 15/11/03 - Suppl. Ord. n. 173) - Art. 14: Delega al Governo per l'adeguamento della normativa nazionale alle disposizioni comunitarie in materia di tutela dall'inquinamento acustico.
- DL 19 agosto 2005, n. 194 - « Attuazione della direttiva 2002/49/CE relativa alla determinazione e alla gestione del rumore ambientale » (GU n. 222 del 23/09/05)
- Direttiva Macchine (2006/42/CE, recepita con D.Lgs 27 gennaio 2010 n. 17)
- DL 10 aprile 2006, n. 195 - « Attuazione della direttiva 2003/10/CE relativa all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (rumore).»
- DL 9 aprile 2008, n. 81 -Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro.»
- Legge n. 13 del 27/02/2009 "Conversione in legge, con modificazioni, del decreto legge 30 dicembre 2008 n. 208, recante misure straordinarie in materia di risorse idriche e di protezione dell'ambiente"

10.1.4 Normative e codici relativi

Carroponte

- Carpenteria parti strutturali FEM classe A6-A7 / DIN 15018-H2B4
- Meccanismi di sollevamento FEM classe M6 (min.)
- Equipaggiamenti ed apparecchiature CEI 1713.1 – IEC
- Funi e ganci DPR 673 del 21/7/1982 e s.m.i
- Prevenzione infortuni DPR 547 del 27/4/1955 e s.m.i

Pompe alimento

- V.D.I.(Verein Deutscher Ingenieure)
- VDI - 2056
- ASTM
- ANSI
- B16.5
- B31.1
- UNI
- ASME
- UNEL / MEC
- DIN
- HSI
- [API 610](#) — [American Petroleum Institute](#)

Scambiatori di calore

Il progetto e i materiali saranno in accordo alle normative e ai codici sotto elencati.
Per la determinazione delle superfici di scambio si sono applicate le norme HEI Standard for Steam Surface Condenser.
Il tutto approvato secondo ISPESL.

Le norme utilizzate per il dimensionamento e progettazione degli apparecchi saranno :

- HEI Heat Exchange Institute for Steam Surface Condenser
- ANCC Associazione Nazionale Controllo Combustione
- ISPESL Istituto superiore per la Sicurezza sul Lavoro
- TEMA Tubular Exchange Manufacturers Association
- UNI Ente Nazionale Unificazione
- ASTM American Standard for Testing Materials
- ASME American Society of Mechanical Engineers

Serbatoi

- ISPESL Istituto superiore per la Sicurezza sul Lavoro
- ANSI American National Standards Institute
- ANSI B16.5 Steel Pipe Flanges and Flanged Fittings
- ANSI B16.9 Wrought Steel Butt-Welding Fittings
- ANSI B16.11 Forged Steel Fittings Socket Welding and Threading
- ANSI B16.25 Butt-welding Ends for Pipe, Valves, Flanges and fittings.
- ASTM American Society for Testing Materials
- UNI Ente Nazionale Unificazione
- CIC PnD/ SNT TC1A Qualificazione e Certificazione del Personale alle prove non distruttive

Condensatore

- UNI – CNR Strutture metalliche
- CEI Parte elettrica
- ANSI B31.1 Tubazioni
- ANSI B16.5 – 16.34 Flange, Fittings e valvole
- ISPESL – ASME sez. VIII Parti in pressione
- HEI Calcoli termodinamici

Generatore di vapore

Parti in pressione
saldatura ed i controlli non distruttivi

ISPESL / ANCC relativamente al calcolo, alla costruzione, ai procedimenti di

ASTM / UNI per i materiali

Valvole di sicurezza

Tubazioni esterne alla caldaia e valvole

ISPESL / ANCC

ANSI / ASTM o UNI

Materiali per le Carpenterie

- Strutture di sostegno UNI
- Materiali isolanti UNI / ASTM
- Apparecchiature elettriche CEI
- Caratteristiche acqua alimento acqua
- di caldaia a vapore UNI 7550

Pompe condensato

- V.D.I.(Verein Deutscher Ingenieure)Berteilungmas stabe fur mechanische
- VDI - 2056 Schwingungen von Maschinen
- ASTM American Society for Testing Materials
- ANSI American Society for Testing and Materials
- B16.5 Steel Pipe Flanged Fittings
- B31.1 Power Piping
- UNI Ente Nazionale Italiano Unificazione
- ASME American Society of Mechanical Engineers
- HIS Hydraulic Institute Standard
- DIN Verein Deutscher Ingenieure

7) [API 610](#) [American Petroleum Institute](#)

Degasatore

Il progetto, i materiali, la costruzione, le prove ed i collaudi saranno in accordo alle seguenti normative e codici :

- ISPEL Istituto superiore per la Sicurezza sul Lavoro
- ANSI American National Standards Institute
- ANSI B16.5 Steel Pipe Flanges and Flanged Fittings
- ANSI B16.9 Wrought Steel Butt-Welding Fittings
- ANSI B16.11 Forged Steel Fittings Socket Welding and Threading
- ANSI B16.25 Butt-welding Ends for Pipe, Valves, Flanges and fittings.
- UNI Ente Nazionale Italiano Unificazione
- ASTM American Society for Testing Materials
- HEI Heat Exchange Insitute
- CIC PnD/ SNT TC1A Qualificazione e Certificazione del Personale alle prove non distruttive

Impianto elettrico

Sottostazioni blindate in SF6

- D.P.R. 547 / del 27 / 4 / 1955 e s.m.i.- Norme CEI

Condotta sbarre

- Norme CEI – 17.6

Quadro resistenza, messa a terra neutro trasformatori

- Norme IEC 694 ove applicabili
- Norme IEC 529

Condotta sbarre B.T.

- Norme CEI – 17.13

Quadro Power Center

- Norme CEI – 17.13
- Norme IEC 439.1
- D.P.R. 547 / del 27 / 4 / 1955 e s.m.i.

Quadri MCC

- Norme CEI – 17.13
- Norme IEC 439.1
- D.P.R. 547 / del 27 / 4 / 1955 e s.m.i.

Impianto di terra

- Norme CEI

Sistema di automazione

- Sistema di misura internazionale ISO 1000 – 81
- Simboli di strumentazione e identificazione ISA S5.1
- Segni grafici per schemi CEI 3 –19 / 20 / 24 / 26
- Apparecchiature elettriche CEI 17 – 13 / 14 / 19
- Cavi elettrici e prove di resistenza CEI 20 –11 / 22 / 34 / 36 / 37
- Alimentatori stabilizzati con uscita in c.c. CEI 22 – 3 / 4 / 5
- Interruttori automatici di sovracorrente e canalette portacavi CEI 23 – 5 / 22
- Fusibili e cartucce per protezione di dispositivi a semiconduttore CEI 32 – 1 / 4 / 6 / 7
- Componenti elettromeccanici per apparecchiature elettroniche processo e condizioni di funzionamento CEI 48 – 1 / 2 / 3 / 4 / 5 / 6
- Segnali analogici per sistemi di controllo di CEI 65 – 1 / 2 / 3
- Apparecchiature elettroniche di misura sicurezza – CEI 66 – 1 / 2 / 3
- Classificazione e grado di protezione degli involucri CEI 70-1

11. NORME E PRESCRIZIONI DI STRUMENTI URBANISTICI, PIANI PAESISTICI E TERRITORIALI E PIANI DI SETTORE

11.1 STRUMENTO URBANISTICO VIGENTE

Il comune di Macomer è dotato di Piano Urbanistico Comunale (PUC) approvato definitivamente con delibera del Consiglio Comunale n. 96 del 16/11/2000.

Il sito in cui è previsto l'intervento di progetto è identificato nella tav. I.G.M. scala 1:25.000 n°498 e nella sez. n°498140V della Carta Tecnica Regionale scala 1:10.000.

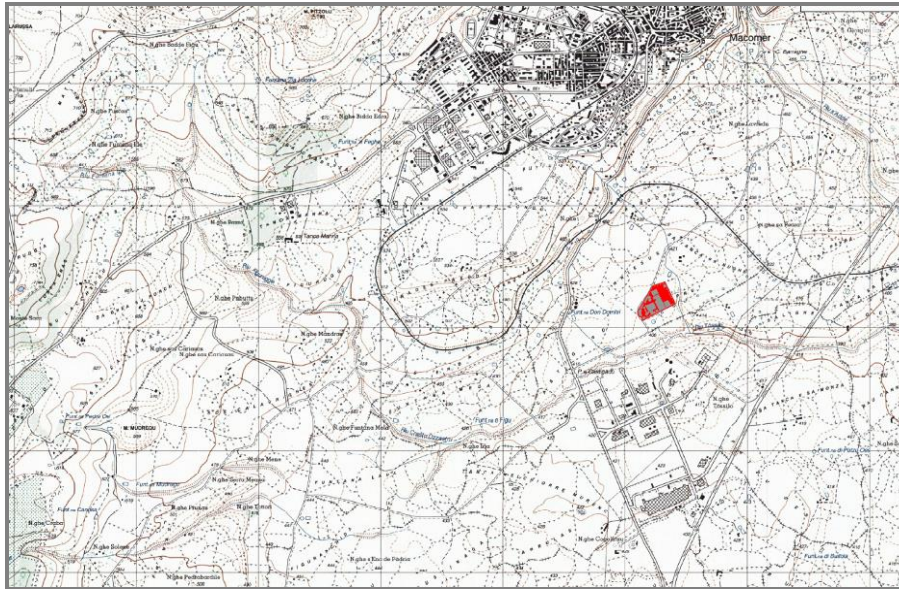


Figura 24 Inquadramento del progetto sulla Tav. I.G.M. scala 1:25.000 foglio n°

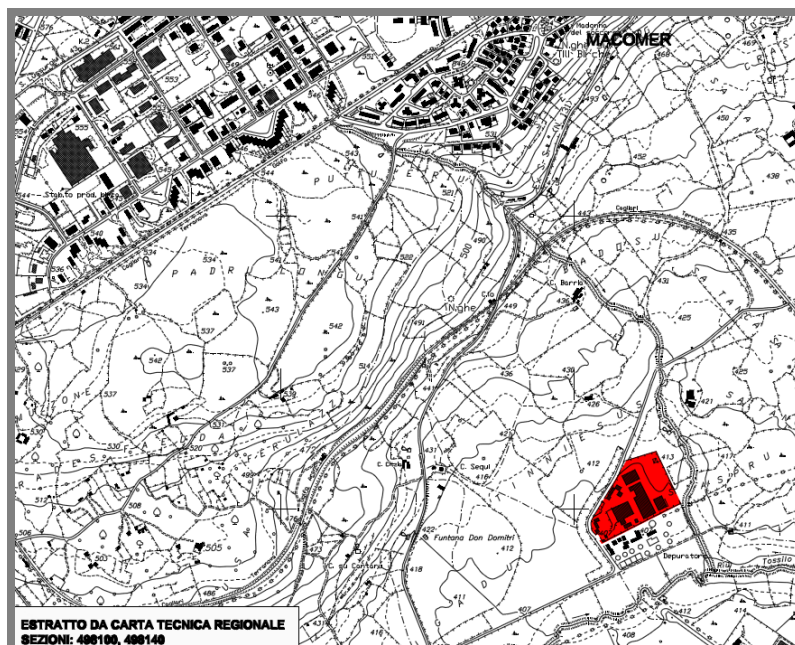


Figura 25 Inquadramento dell'area di intervento nella sez. n°498140V della Carta Tecnica Regionale scala 1:10.000

La certificazione del Comune di Macomer attesta che l'intervento di progetto andrà a inserirsi nella maxi **zona D**, che comprende la **sottozona G17 del PUC**, identificabile all'interno dell'Agglomerato Nord della zona industriale di Tossilo.

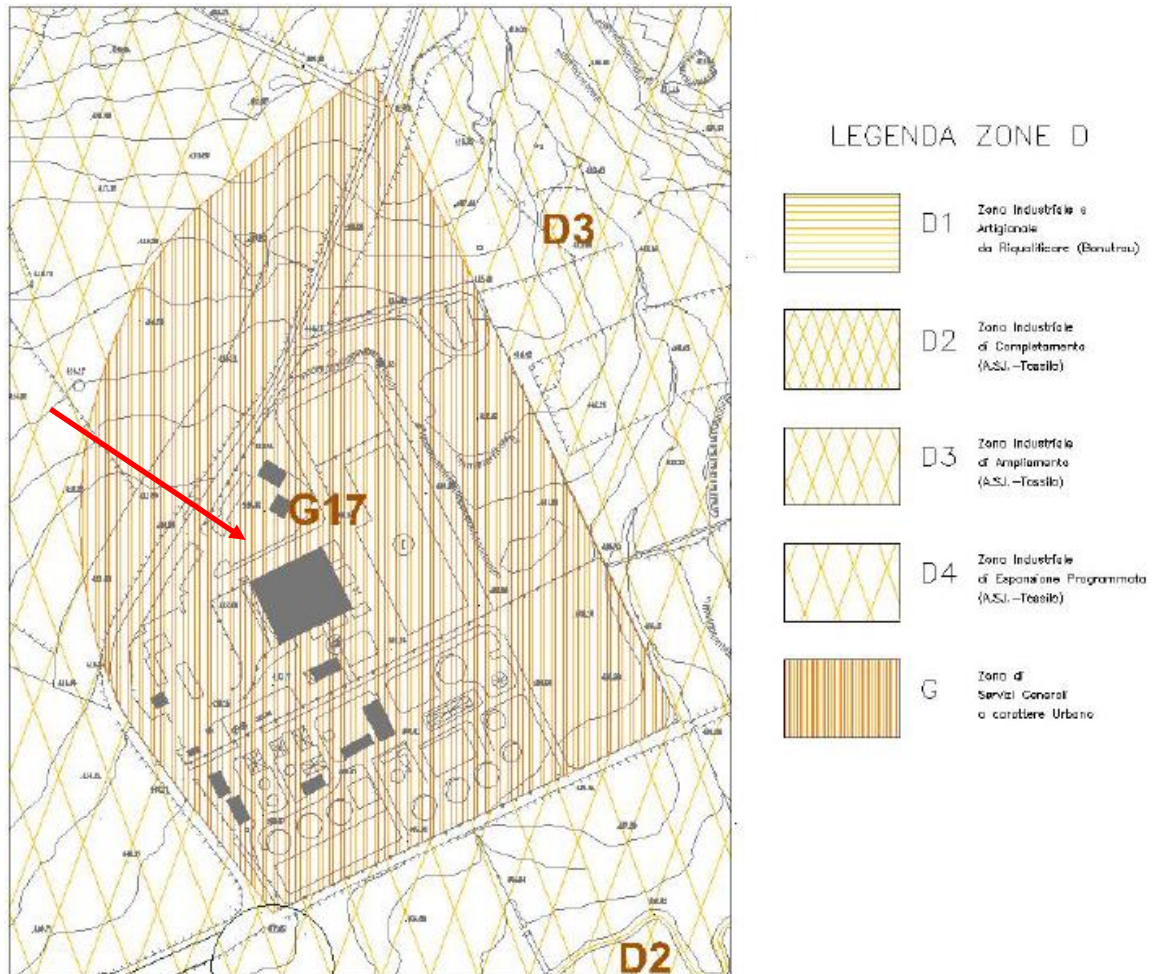


Figura 26 Stralcio dall'elaborato grafico del P.U.C. di Macomer - Tav.D con indicazione dell'area di intervento (in rosso)

L'Agglomerato Nord ha una superficie di 1.652.648, mentre la sotto-zona G17 ha, come indicato dai dati planovolumetrici riassuntivi sul P.P. una superficie di mq 128.130 e una volumetria edificabile pari a m³ 512.520.

Per quel che concerne la destinazione d'uso, riporto fedelmente quanto indicato nel P.P.:

“Destinazione d'uso: nel comparto G17 dell'Agglomerato nord possono essere localizzate attività, attrezzature, reti tecnologiche, impianti e attrezzature di servizio finalizzate alla realizzazione e gestione del sistema territoriale di smaltimento dei rifiuti, di depurazione delle acque reflue civili ed industriali, di servizio delle reti tecnologiche consorziali e di altre attrezzature e servizi ad essi assimilabili”.

Il lotto dell'Impianto esistente ha una superficie totale delimitata dalla recinzione di circa 51.000 mq, mentre la superficie limitata all'intervento di potenziamento del termovalorizzatore oggetto del presente studio è di circa 8000 mq.

Appare evidente che l'area ha destinazione urbanistica idonea per la tipologia d'esercizio proposta dal progetto di potenziamento in quanto esiste già un impianto di termovalorizzazione ed inoltre nelle vicinanze non è presente nessun centro abitato ma soltanto capannoni industriali, agricoli ed artigianali; infatti il contesto paesaggistico adiacente all'area con destinazione industriale è il tipico paesaggio agricolo industrializzato.

Le opere in progetto saranno realizzate nel rispetto delle prescrizioni delle norme tecniche di attuazione del PUC.

Catastalmente l'area è sita nel foglio 48 particella 22 del Comune di Macomer.

11.2 PIANO PAESISTICO E TERRITORIALE

Come si può osservare nella Tavola 1.2 (tavola degli ambiti di paesaggio, Assetto fisico) del PPR l'area del comune di Macomer, di colore grigio, non appartiene ad un ambito di paesaggio definito.

In merito alla Tavola 2 (Beni paesaggistici e componenti del paesaggio), che ricopre l'intera superficie della regione, l'area oggetto di studio risulta compresa tra due tipologie di componenti paesaggistiche.

Da un parte una porzione di colore verde chiaro identifica le "Aree seminaturali – praterie e spiagge" e dall'altra in colore beige le "Aree ad utilizzazione agroforestale - Colture erbacee specializzate".

In prossimità è presente l'area industriale di Tossilo e l'area di servizi che ricadono nelle aree in rosso "Aree antropizzate".

Nonostante l'ubicazione all'incrocio delle tre componenti paesaggistiche citate l'area di progetto risulta ubicata all'interno dell'ampliamento dell'area industriale di Tossilo, per cui vanno considerati solo gli elementi relativi alle "Aree antropizzate", che non risultano avere specifiche prescrizioni ai sensi delle Nta.

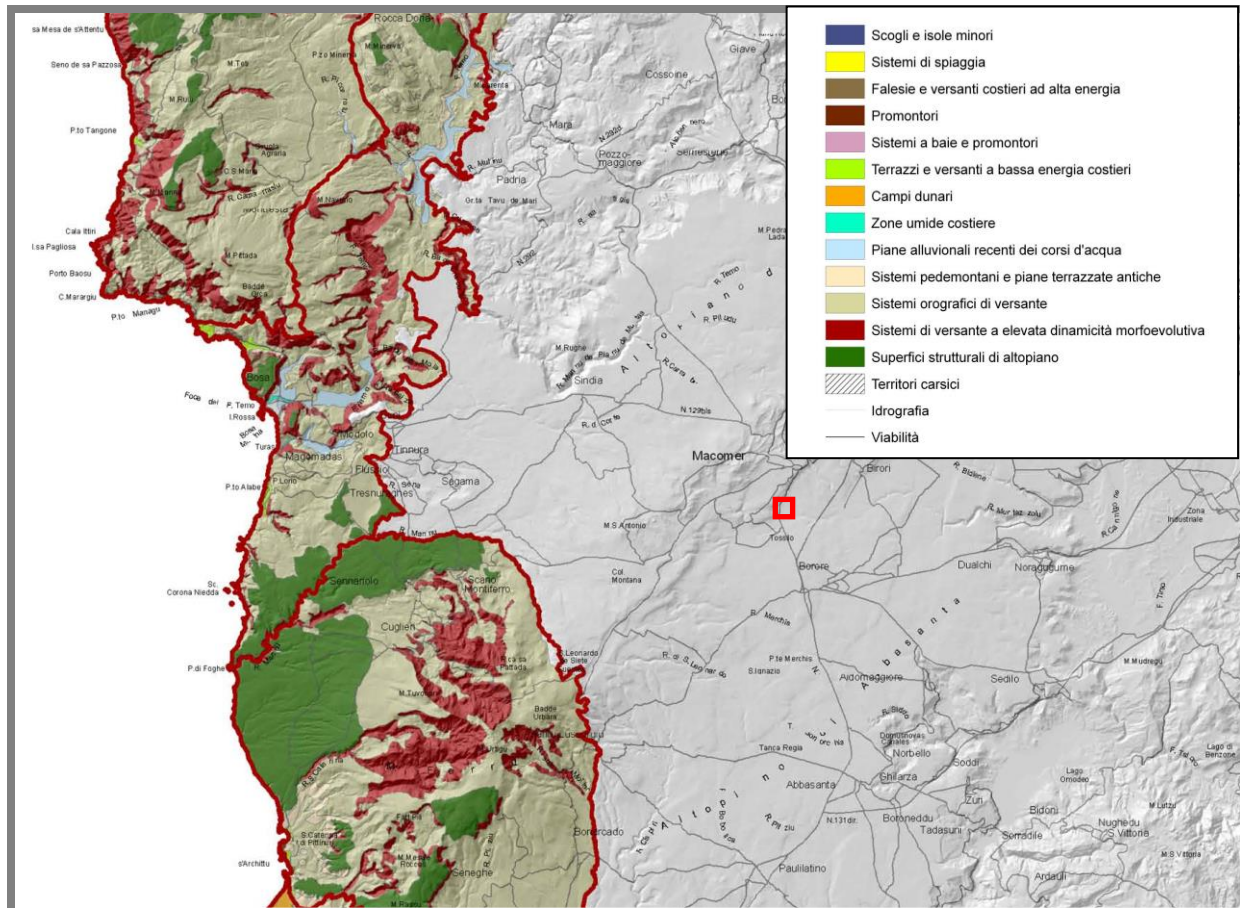


Figura 27: Estratto dalla Tavola 1.2 Assetto fisico del PPR regionale con indicazione dell'area di intervento (quadrato rosso)



- BENI PAESAGGISTICI EX ART. 143 D.L.V. N°42/04 e succ. mod.**
- FASCIA COSTIERA
 - SISTEMI A BAE E PROMONTORI, FALESE E ISOLE MINORI
 - CAMPI DUNARI E SISTEMI DI SPIAGGIA
 - AREE ROCCIOSE DI CRESTA
 - AREE A QUOTA SUPERIORE AI 900 M s.l.m.
 - ZONE UMIDE, LAGHI NATURALI, INVASI ARTIFICIALI
 - AREE DI ULTERIORE INTERESSE NATURALISTICO:
 - AREE DI NOTEVOLE INTERESSE FAUNISTICO
 - AREE DI NOTEVOLE INTERESSE BOTANICO E FITOGEOGRAFICO
 - GROTTE, CAVERNE
 - ALBERI MONUMENTALI
 - MONUMENTI NATURALI ISTITUITI L.R. 31/89
 - ✕ SALINE

- BENI PAESAGGISTICI EX ART. 142 D.L.V. N°42/04 e succ. mod.**
- PARCHI E AREE PROTETTE NAZIONALI L.Q.N. 394/91
 - BOSCHI E FORESTE (ART. 2 COMMA 6 D.L.V.227/01)
 - VULCANI

- AREE DI INTERESSE NATURALISTICO ISTITUZIONALMENTE TULATE**
- SITI DI INTERESSE COMUNITARIO
 - ZONE DI PROTEZIONE SPECIALE
 - SISTEMA REGIONALE DEI PARCHI, DELLE RISERVE E DEI MONUMENTI NATURALI L.R.31/89
 - CASI PERMANENTI DI PROTEZIONE FAUNISTICA
 - AREE GESTIONE SPECIALE ENTE FORESTE
 - PARCO GEOMINERARIO D.M. AMBIENTE 285/01

- AREE DI RECUPERO AMBIENTALE**
- ANAGRAFE SITI INQUINATI D.L.V. 22/97 E D.M. 47/199**
- SITI INQUINATI
 - AREE DI RISPETTO
 - SITI AMIANTO
 - AREE MINIERARIE DISMESSE
- AREE DEGRADATE**
- DISCARICHE
 - SCAVI

COMPONENTI DI PAESAGGIO	
AREE CON FORTE PRESENZA DI AMBIENTI NATURALI E SUBNATURALI	<p>MACCHIA, DUNE E AREE UMIDE</p> <ul style="list-style-type: none"> AREE CON VEGETAZIONE NANA < 100 CM BOSCHI NATURALI AREE DUNALI NON COPERTE DA VEGETAZIONE DI ALTEZZA SUPERIORE A 20M AREE DUNALI COPERTE DA VEGETAZIONE DI ALTEZZA SUPERIORE A 20M FORMAZIONI DI RIPA NON IMPURE MACCHIA MEDITERRANEA LETTO DI TORRENTI DI ALTEZZA SUPERIORE A 20M PARETI ROCCEE E FALESE PALUDI INTERNE PALUDI SALINIFERE PANEI TORRENTO-PIEDINI LAVAGNE, LAGHI E STAGNE COSTIERE A PRESSIONE IDRICA NATURALE SCORIE E CENICI
AREE SEMINATURALI	<p>BOSCHI</p> <ul style="list-style-type: none"> BOSCHI MISTI DI CONIFERE E LATIFOLIE BOSCHI DI LATIFOLIE PALUDI STAGNE AREE A PASCOLO NATURALE GRUPPAMENTI DI ARBUSTI GARRICA AREE A RICOLONIZZAZIONE NATURALE SPRANCI DI ARBUSTI SUPERIORE A 20M AREE MARINE A PRODUZIONE IDRICA NATURALE <p>PRATERIE E SPIAGGE</p>
AREE AD UTILIZZAZIONE AGRO-FORESTALE	<p>BOSCHI</p> <ul style="list-style-type: none"> BUSCHETTI CASCINELLE DA RILIEVO VIGOLE FRUTTI E FRUTTI MARCHI OLIVETI COLTURE TEMPORANEE ASSOCIATE ALL'OLIVO COLTURE TEMPORANEE ASSOCIATE AL VIGNETO COLTURE TEMPORANEE ASSOCIATE AD ALTRE COLTURE PERENNANTI <p>COLTURE ARBOREE SPECIALIZZATE</p> <p>IMPIANTI BOSCHIVI ARTIFICIALI</p> <p>COLTURE ERBACEE SPECIALIZZATE</p>
AREE ANTROPIZZATE	<p>AREE ANTROPIZZATE</p> <ul style="list-style-type: none"> BOSCHI DI CONIFERE FRUTTI DA LEGNO ESCLUSIVETI ALTRI IMPIANTI ARBOREI DA LEGNO AMBIENTI CULTURALI ESISTENTI PRERIALI DI SOVRAPP AREE A RICOLONIZZAZIONE ARTIFICIALE SEGNALATI IN AREE NON IRRIGUE FRUTTI ARTIFICIALI SEGNALATI SEPRATO E COLTURE PARTICOLARI A PENDIO CAMPO FRUTTI COLTURE DA LEGNO SISTEMI CULTURALI E PARTICOLARI COMPLESSI AREE PREC. OCCUPATE DA COLTURE ARBOREI COLPRESSIONE DI SPAZI NATURALI (SPORTIVI) AREE ANTROPIZZATE

Figura 28 Estratto dalla Tavola 2 Assetto ambientale - Beni paesaggistici e componenti di paesaggio del PPR regionale con indicazione dell'area di intervento (quadrato rosso)

11.3 PIANI DI SETTORE

La Giunta Regionale con delibera n. 73/7 del 20 dicembre 2008 ha adottato il nuovo piano regionale di gestione dei rifiuti – Sezione rifiuti urbani ed ha avviato la procedura per la Valutazione Ambientale Strategica (Vas).

La nuova stesura del Piano si è resa necessaria per l'adeguamento alle normative via via succedutesi dopo l'approvazione del precedente strumento di pianificazione regionale, tra le quali il D. Lgs. 36/2003 (inerente lo smaltimento dei rifiuti in discarica) ed il nuovo Codice Ambientale (D.Lgs. 152/2006, noto anche come Testo Unico Ambientale), che ha superato la precedente norma quadro in materia di rifiuti rappresentata dal D. Lgs. 22/97.

Inoltre nel nuovo Piano sono stati integrati i dettami del "Piano regionale di gestione degli imballaggi e dei rifiuti di imballaggio" (delibera G.R. n. 29/13 del 29.8.2002) e del "Programma per la riduzione dei rifiuti biodegradabili da collocare in discarica" (delibera G.R. n. 22/50 del 13.5.2004).

Il progetto proposto si inserisce coerentemente con gli intenti e le indicazioni previste dal Piano Regionale di gestione dei rifiuti urbani adottato con *Delibera n. 21/59 del 28/04/2008*.

Il progetto si colloca all'interno dell'ATO della Provincia di Nuoro, sub ambito B1 – Nuoro-Macomer.



Figura 29 Delimitazione geografica dei diversi sub ambiti dell'ATO della provincia di Nuoro

Per quanto concerne la gestione della frazione organica dei rifiuti, l'analisi storica della gestione dei rifiuti in questo sub ambito, ripresa dal Piano del 1998, riporta quanto segue:

"Nel sub-ambito è in esercizio la piattaforma di trattamento di Macomer, dotata di selezione, stabilizzazione e incenerimento, con discarica a supporto.

Nell'impianto confluiscono anche i rifiuti del sub-ambito B2 e, in parte, del sub-ambito B3. La piattaforma integrata, dal momento che la sezione di incenerimento lavora ormai al limite della potenzialità, attualmente entra in difficoltà nel periodo estivo per le maggiori quantità di rifiuti in arrivo.

La piattaforma riceve inoltre modeste quantità della frazione organica da raccolta differenziata prodotta nel sub-ambito, che viene lavorata nella sezione di stabilizzazione".

In merito alla gestione dei rifiuti, la Giunta Regionale ha approvato in sequenza cronologica, le seguenti sezioni che completano il disegno del vecchio Piano del 1998:

- Piano dei rifiuti speciali approvato con Deliberazione di Giunta Regionale n. 13/34 del 30/04/02;
- Piano Regionale di gestione degli imballaggi e dei rifiuti di imballaggio approvato con Deliberazione di Giunta Regionale n. 29/13 del 29.8.2002;
- Piano di bonifica dei siti inquinati approvato con Deliberazione di Giunta Regionale n. 45/34 del 5.12.2003;
- Programma per la riduzione dei rifiuti biodegradabili da collocare in discarica approvato con Deliberazione di Giunta Regionale n. 22/50 del 13.5.2004.

Più di recente, con Deliberazione della Giunta Regionale n. 21/59 del 8/4/2008 è stato approvato il nuovo *Piano Regionale di Gestione dei Rifiuti* – sezione rifiuti urbani (art. 199 del D.Lgs. n. 152/2006) ed il Rapporto Ambientale per la procedura di VAS (art. 13 del D.Lgs. n. 4/2008).

Come già accennato, l'impianto di incenerimento di Macomer oggetto del presente studio, assieme all'impianto di compostaggio e alla discarica, sono inseriti tra le infrastrutture disponibili per il sub ambito B₁ provinciale di Nuoro-Macomer. Nell'impianto confluiscono anche i rifiuti del sub-ambito B₂ e, in parte, del subambito B₃.

La piattaforma integrata, dal momento che la sezione di incenerimento lavora ormai al limite della potenzialità, attualmente entra in difficoltà nel periodo estivo per le maggiori quantità di rifiuti in arrivo.

La piattaforma riceve inoltre modeste quantità della frazione organica da raccolta differenziata prodotta nel sub-ambito, che viene lavorata nella sezione di stabilizzazione.

Nella proposta di organizzazione tecnica del sistema regionale di gestione dei rifiuti urbani a regime, per il sub ambito provinciale di Nuoro è prevista la conversione a compostaggio di qualità di parte della potenzialità attuale della sezione di biostabilizzazione dell'impianto di Macomer (progetto già finanziato per 10.000 t/a) con adeguamento delle sezioni di ricezione e pretrattamento e il conseguente invio dell'organico di qualità dalle aree di raggruppamento.

Sono inoltre previsti interventi di revamping dell'impianto di termovalorizzazione di Macomer per una potenzialità termica di 25 Gcal/h e potenzialità massima di circa 60.000 t/a; l'intervento è connesso all'opzione della scelta di un sistema regionale a 3 poli di valorizzazione energetica (mentre l'impianto va dismesso nel caso di attuazione dello scenario a due poli).

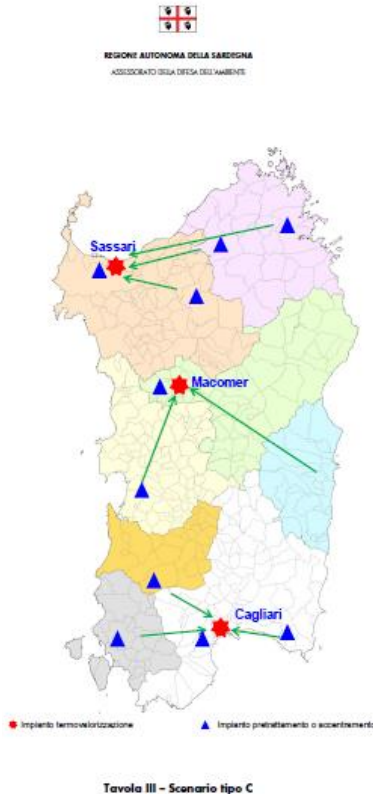
Nel caso dello scenario scelto, quello a 3 poli energetici, è prevista inoltre la realizzazione di una discarica per scorie-ceneri per una volumetria di circa 60.000-70.000 m³ a copertura del fabbisogno decennale, localizzata preferibilmente entro un raggio di 40 km.

Il "Piano Regionale di Gestione dei Rifiuti – Sezione Rifiuti Urbani" approvato e tuttora vigente, riconferma la centralità dell'Impianto di Termovalorizzazione di Macomer, ha chiesto di portarne la capacità termica a circa 8 t/h con un flusso termico di circa 25 Gcal/h.

Il Piano prevede il completo revamping dell'impianto esistente con realizzazione di una nuova linea atta a portare la capacità e la funzionalità ai limiti sopra segnati.



Il bacino di riferimento dell'impianto di termovalorizzazione di Macomer è costituito dalle Province di Nuoro, Oristano e Ogliastra.

L'impianto oggetto di progettazione riguarda una nuova linea di incenerimento finalizzata allo smaltimento e alla valorizzazione energetica dei rifiuti solidi urbani e l'organizzazione della stessa nel contesto impiantistico di Tossilo Tecnoservice S.p.A. ed insiste sullo stesso sedime dell'impianto esistente; prevede la realizzazione di una nuova linea di nominali 30 MWt che si affianca alle linee esistenti.



Descrizione	Scenario C			Scenario C1		
	Impianto di Cagliari	Impianto di Macomer	Impianto di Sassari	Impianto di Cagliari	Impianto di Macomer	Impianto di Sassari
Province di riferimento	Ca - CI - MD	Nu - Og - Or	Ss - OT	Ca - CI - MD	Nu - Og - Or	Ss - OT
Quantità di rifiuti alla termovalorizzazione (t/a)	147.800	58.600	100.600	114.400	45.300	77.900
Flusso termico (Gcal/h)	62	24	42	49	19	33
Surplus/Deficit portata massica (t/a)	-5.300	-22.300	-100.600	28.100	-9.000	-77.900
Surplus/Deficit flusso termico (Gcal/h)	-17	-13	-42	-4	-8	-33
Interventi richiesti per gli impianti di termovalorizzazione	Revamping termico e strutturale	Revamping termico e massiccio	Nuova realizzazione	Revamping strutturale	Revamping termico e massiccio	Nuova realizzazione
Distanza media conferimento secco alla termovalorizzazione (km/t)	20	50	60	20	50	60
Quantità di biostabilizzato e scarti dal pretrattamento (t/a)	-	-	-	21.700	8.645	14.700
Distanza media discarica per biostabilizzato e scarti (km)	-	-	-	20	40	20
Quantità di scarti dal trattamento RD e residui di spazzamento a discarica (t/a)	14.100	5.000	9.900	14.100	5.000	9.900
Distanza media discarica per scarti e residui spazzamento (km)	20	20	20	20	20	20
Scorie-ceneri (t/a)	44.340	17.570	30.180	34.320	13.600	23.360
Distanza media discarica per scorie-ceneri (km)	20	40	20	20	40	20
Quantità complessiva a termovalorizzazione (t/a)	307.000			237.600		
Distanza media trasporto a termovalorizzazione nello scenario (km/t)	40			40		

Figura 30 Scenario "C" del Piano di Gestione dei Rifiuti della Regione Sardegna

	REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	S.I.A. - Quadro di riferimento progettuale	PAG. 102/154	

12. VINCOLI PAESAGGISTICI, NATURALISTICI, ARCHITETTONICI, ARCHEOLOGICI, STORICO-CULTURALI, DEMANIALI, E IDROGEOLOGICI, SERVITU' ED ALTRE LIMITAZIONI DI PROPRIETÀ.

12.1 VINCOLO PAESAGGISTICO AI SENSI DEL DLGS 42/2004 "CODICE DEI BENI CULTURALI E DEL PAESAGGIO" (EX L.1497/1939 E L.431/1985)

Dall'analisi condotta consultando il Sistema Informativo Territoriale Ambientale Paesaggistico del Ministero per i Beni e le Attività Culturali è stato verificato che:

- L'area di progetto **non ricade** nelle zone vincolate ai sensi dell'art.142 del DLgs.42/2004 e s.m.i.;

E' stata verificata ed esclusa l'interferenza con le seguenti categorie di beni:

- a) i territori costieri compresi in una fascia della profondità di 300 metri dalla linea di battigia, anche per i terreni elevati sul mare;
- b) i territori contermini ai laghi compresi in una fascia della profondità di 300 metri dalla linea di battigia, anche per i territori elevati sui laghi;
- c) i fiumi, i torrenti, i corsi d'acqua iscritti negli elenchi previsti dal testo unico delle disposizioni di legge sulle acque ed impianti elettrici, approvato con regio decreto 11 dicembre 1933, n. 1775, e le relative sponde o piedi degli argini per una fascia di 150 metri ciascuna;
- d) le montagne per la parte eccedente 1.600 metri sul livello del mare per la catena alpina e 1.200 metri sul livello del mare per la catena appenninica e per le isole;
- e) i ghiacciai e i circhi glaciali;
- f) i parchi e le riserve nazionali o regionali, nonché i territori di protezione esterna dei parchi;
- g) i territori coperti da foreste e da boschi, ancorché percorsi o danneggiati dal fuoco, e quelli sottoposti a vincolo di rimboscimento, come definiti dall'articolo 2, commi 2 e 6, del decreto legislativo 18 maggio 2001, n. 227;
- h) le aree assegnate alle università agrarie e le zone gravate da usi civici;
- i) le zone umide incluse nell'elenco previsto dal decreto del Presidente della Repubblica 13 marzo 1976, n. 448;
- j) i vulcani;
- k) le zone di interesse archeologico individuate alla data di entrata in vigore del codice dei beni culturali e del paesaggio.

- L'area di progetto **non ricade** nelle zone vincolate ai sensi dell'art.136 del DLgs.42/2004 e s.m.i.

A supporto di tale analisi si riportano nelle pagine seguenti le immagini illustranti quanto sopra esposto.

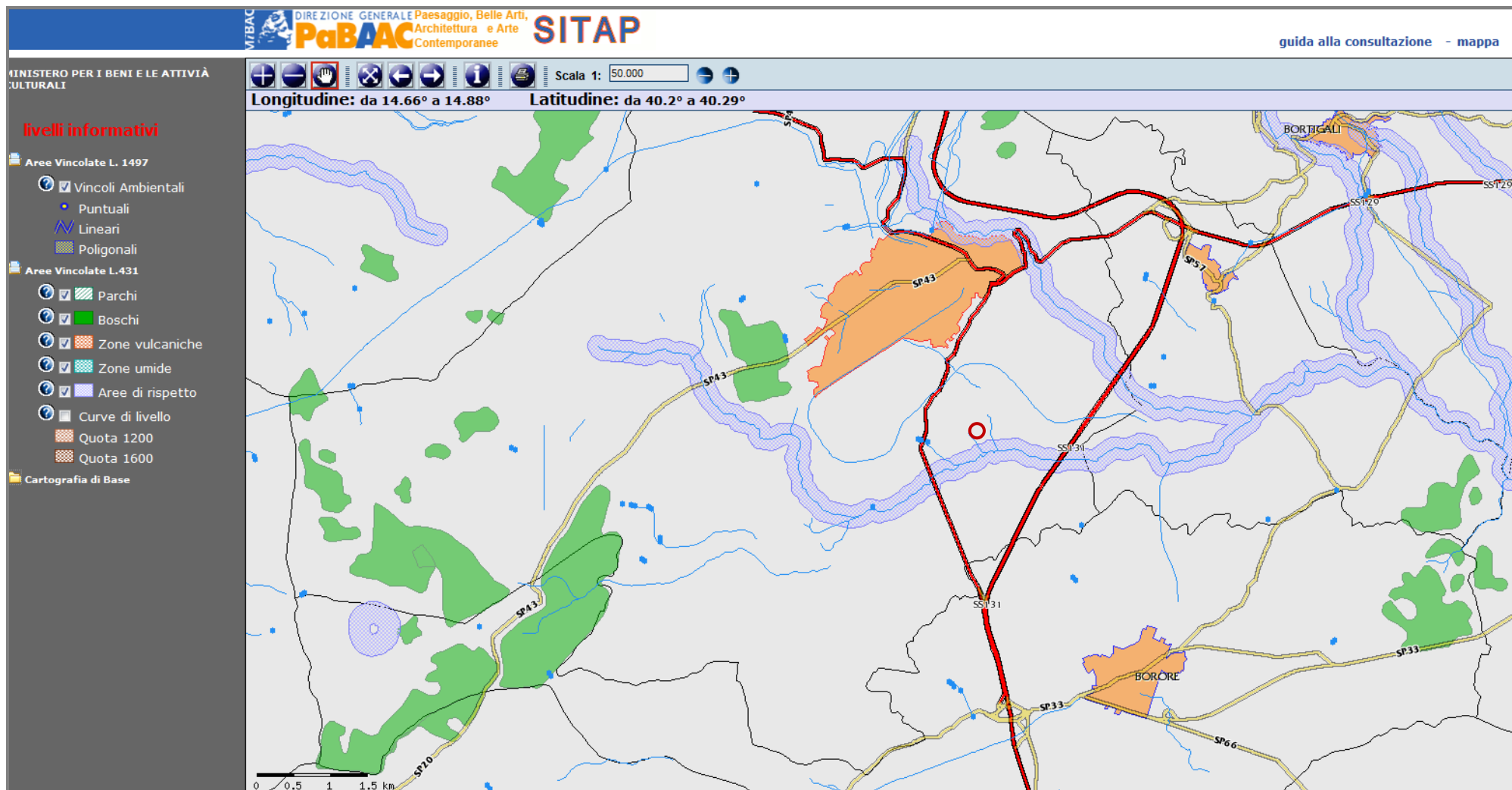
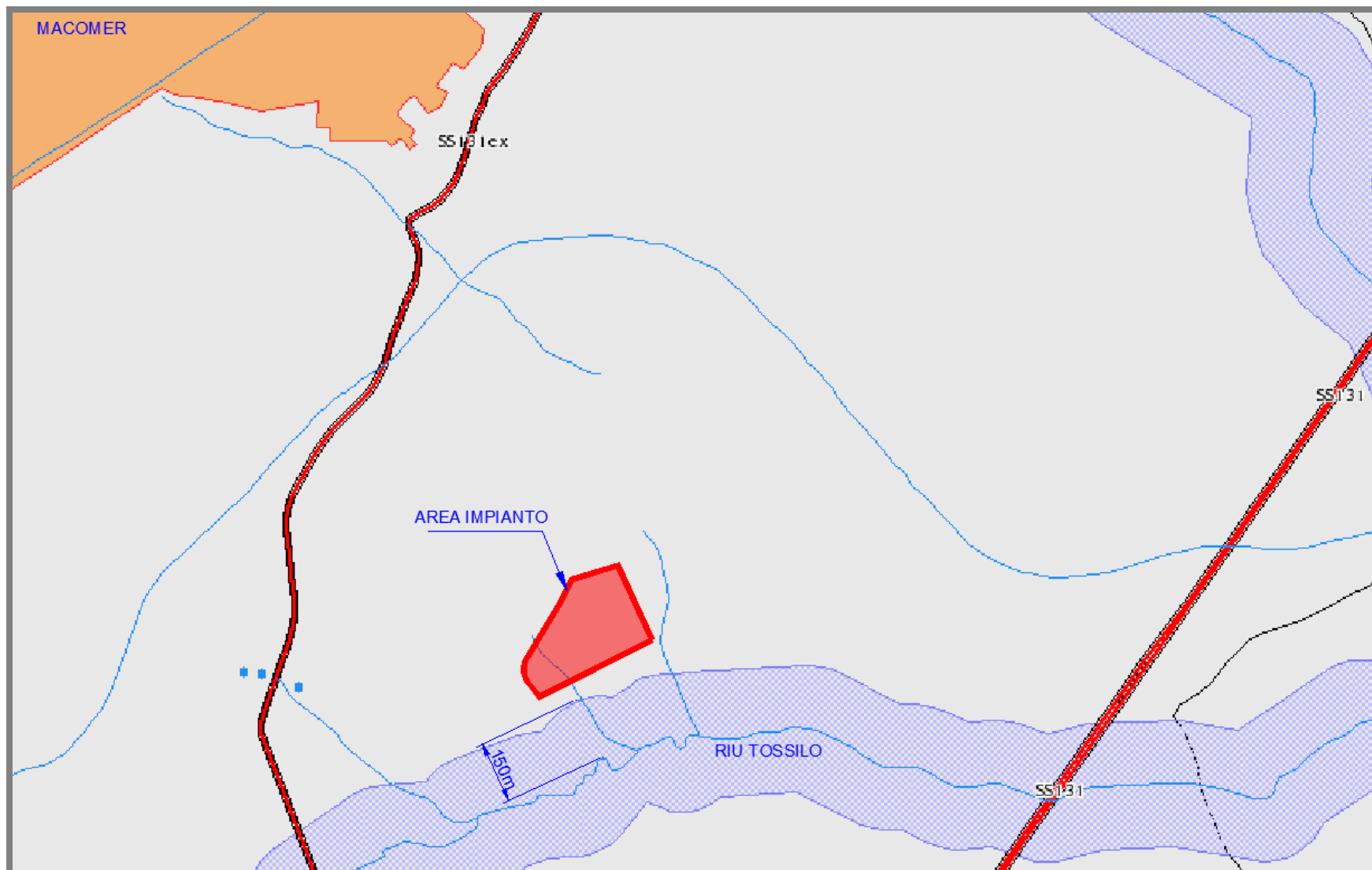


Figura 31 Vincolo paesaggistico ai sensi del DLgs 42/2004 "Codice dei beni culturali e del paesaggio" (ex L.1497/1939 e L.431/1985) con indicazione area di intervento










	REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSIOLO	REV. 0	 
	S.I.A. - Quadro di riferimento progettuale	PAG. 105/154	

Figura 32 Vincolo paesaggistico ai sensi del DLgs 42/2004 "Codice dei beni culturali e del paesaggio" (ex L.1497/1939 e L.431/1985) con indicazione dell' area di intervento (bordo e retino rosso)

	REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	S.I.A. - Quadro di riferimento progettuale	PAG. 106/154	

12.2 VINCOLI PRECLUSIVI DEFINITI DAL PPR

Il quadro vincolistico delineato dallo "Studio" prende in considerazione in prima analisi le aree che il PPR individua come fortemente sensibili ai fini della conservazione e tutela dei beni paesaggistici:

- Aree naturali e sub naturali (art. 22 del PPR).

Nell'area di progetto non sono presenti areali riconducibili a questa specifica categoria; nell'area vasta di riferimento sono presenti piccole porzioni a sud e a est dell'abitato di Macomer;

- Aree seminaturali (art. 25 del PPR).

Il PPR individua queste aree come fortemente sensibili ai fini della conservazione e tutela dei beni paesaggistici, pertanto si è posta particolare attenzione a questo aspetto, in considerazione del fatto che tali areali sono distribuiti a macchia di leopardo nell'area vasta attorno all'Impianto oggetto di intervento ma non ricomprendono l'area dell'Impianto di termovalorizzazione.

- Aree di interesse naturalistico istituzionalmente tutelate (art. 33 del PPR)

Aree tutelate di rilevanza comunitaria: l'intervento non ricade in aree definite secondo la direttiva comunitaria n. 92/43/CEE (Direttiva "Habitat") e incluse nella rete nazionale "Natura 2000", ovvero Siti di Importanza Comunitaria (SIC) e Zone a Protezione Speciale (ZPS).

Per completezza di analisi nell'area vasta attorno all'impianto si rileva che:

sul versante est, delimitato dalla linea ferroviaria, si trova La ZPS denominata "Altopiano di Abbasanta" (Cod. ITB023051) e a circa 7Km a nord si trova l'area SIC denominata "Catena del Marghine e del Goceano (Cod. ITB011102).

Aree protette nazionali: l'area individuata non ricade tra i parchi nazionali e nelle aree marine protette nazionali istituite ai sensi della legge quadro nazionale sulle aree protette n. 394/91 (Parco Nazionale dell'Arcipelago di La Maddalena, Parco Nazionale dell'Asinara, e il sospeso Parco Nazionale del Golfo di Orosei e Gennargentu, le aree marine protette della Penisola del Sinis - Isola Mal di Ventre, Tavolara - Punta Coda Cavallo e Capo Carbonara).

Sistema regionale dei parchi, delle riserve e dei monumenti naturali: la normativa d'emanazione regionale vincola una serie di territori in base ad una destinazione d'uso ambientale. Sulla base della L.R. 31/89 è stata effettuata una verifica sull'eventuale presenza di parchi naturali, riserve naturali, monumenti naturali, aree di rilevante interesse naturalistico e risulta che:

Parchi naturali: per l'area di intervento e nell'area vasta d'influenza non vi sono parchi naturali istituiti;

Riserve naturali: l'area di intervento non è interessata da riserve naturali istituite;

Monumenti naturali: all'interno dell'area di intervento non vi sono monumenti naturali istituiti;

Aree di rilevante interesse naturalistico: non esistono aree di rilevante interesse naturalistico istituite nella zona di intervento o in prossimità di essa.

Altre aree tutelate: l'analisi ha escluso la presenza nella zona di intervento e nelle vicinanze di oasi naturalistiche e oasi permanenti di protezione faunistica e cattura.

- Aree di ulteriore interesse naturalistico (art. 38 del PPR).

Nella zona destinata alla realizzazione dell'impianto non è stata rilevata la presenza di nessuna di queste aree.

- Aree caratterizzate da edifici e manufatti di valenza storico culturale e da insediamenti storici (art. 48 e art. 51 del PPR).

Nei territori dei comuni di Macomer e Borore sono presenti insediamenti storici e testimonianze dell'età nuragica; tuttavia attraverso l'analisi cartografica è stato verificato che relativamente all'area di intervento risulta rispettato il vincolo imposto pari a 100 m.

Nei centri abitati si segnalano inoltre alcuni edifici religiosi, comunque sufficientemente distanti dall'area oggetto d'indagine.



In prossimità dell'Impianto di termovalorizzazione e dell'esistente Depuratore di Tossilo, sono state identificate (anche se non annoverate dalla pianificazione di settore) la Tomba dei giganti Castigadu-S'altare e il Nuraghe Coculos, Patrimonio architettonico ed archeologico rispettivamente poste a circa 400 m e 600 – 700 m in linea d'aria dall'area di progetto.

Dal sopralluogo in sito risulta che tali strutture sono allo stato di abbandono e comunque non vincolate con provvedimenti di tutela.

- Beni paesaggistici individuati nell'assetto ambientale (art. 17 del PPR)

E' stata verificata ed esclusa l'interferenza con le seguenti categorie di beni:

- territori costieri compresi in una fascia della profondità di 300 m dalla linea di battigia: l'area destinata al parco eolico risulta esterna rispetto alla perimetrazione degli ambiti di paesaggio costiero;
- fiumi, torrenti e corsi d'acqua e relative sponde o piedi degli argini, per una fascia di 150 m ciascuna, e sistemi fluviali, ripariali, risorgive e cascate, ancorché temporanee;

	REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	S.I.A. - Quadro di riferimento progettuale	PAG. 107/154	

- territori coperti da foreste e da boschi, ancorché percorsi o danneggiati dal fuoco e quelli sottoposti a vincolo di rimboschimento;
- montagne eccedenti i 1200 m: non sono presenti vette soggette a taletipologia di vincolo;
- aree gravate da usi civici.

• Beni paesaggistici e identitari individuati nell'assetto storico-culturale (art. 47 del PPR).


Sono state individuate le aree caratterizzate da edifici e manufatti di valenza storico-culturale, come definite nel PPR e su ciascuna di esse è risultata verificata la prescrizione di una fascia di rispetto pari a 100 m.


Riassumendo l'analisi della vincolistica svolta principalmente avendo come riferimento il PPR regionale, ha permesso di valutare che l'area in cui è previsto l'intervento oggetto del presente studio non ricade:


- in aree (ZPS) individuate dalla Direttiva Comunitaria 79/409/CEE del 02/04/1979 "Direttiva Uccelli";
- in aree (SIC) individuate dalla Direttiva Comunitaria 92/43/CEE del 21/05/1992 "Direttiva Habitat";
- in aree naturali protette sottoposte a misure di salvaguardia, ai sensi dell'art.6 comma 3 della legge 06/12/191, n.394, e successive mod.;
- in aree site in zone di rispetto da cui all'art.21, comma 1, del decreto legislativo 11/05/99, n.152, e successive mod.;
- nei territori sottoposti a vincolo paesaggistico ai sensi del decreto legislativo 29/10/99, n.490, e successive mod.;
- nelle fasce individuate dal Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) approvato con Delibera del Consiglio Regionale n.2 del 30/06/2008 (di cui alla legge n.183 art.17 del 18/05/1989) l'impianto non è ubicato in aree esondabili, instabili ed alluvionabili.

L'impianto trovasi quindi in terreno ubicato al di fuori del centro abitato, non in presenza di beni storici, artistici, archeologici e paleontologici e di non essere in aree esondabili, instabili ed alluvionabili.

**Piano di Bonifica dei Siti Contaminati -Anagrafe dei siti inquinati
(Fonte: Assessorato della Difesa dell'Ambiente - Servizio Rifiuti)**


 Aree minerarie dismesse


 Zone di Protezione Speciale (ZPS) - Diretiva n. 79/409/CEE - Uccelli

 Siti di Interesse Comunitario (SIC) - Diretiva n. 92/43/CEE - Habitat


Aree Marine Protette (L.N. 979/82 e L.Q.N.394/91)


 Capo Carbonara


 Penisola del Sinis-Isola Mal di Ventre

 Tavolara-Punta Coda Cavallo


Parchi Nazionali (L.Q.N. 394/91)

 Parco Nazionale del "GENNARGENTU E GOLFO DI OROSEI" - Sospeso


 Parco Nazionale dell'ARCIPELAGO DE LA MADDALENA


 Parco Nazionale dell'ASINARA

Parchi Regionali (L.R.31/89)


 Parco Naturale Regionale "MOLENTARGIUS - SALINE"


 Parco Naturale Regionale "PORTO CONTE"


 Monumenti Naturali (L.R. 31/89)


 Aree sottoposte a tutela paesistica (Art. 136. D.Lgs 42/2004)


**Aree da sottoporre a tutela per il loro interesse paesaggistico
(Art. 142 D.Lgs 42/2004)**



 Fascia dei 300 metri dalla linea di battigia

 Laghi e Stagni

 Aree rispetto dei fiumi, torrenti e corsi d'acqua

 Aree Situate Sopra i 1200 m

 Vulcani spenti

	REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	S.I.A. - Quadro di riferimento progettuale	PAG. 110/154	

12.3 ALTRI VINCOLI

Aree a tutela idrogeologica

Sono comprese nella categoria delle aree soggette a tutela idrogeologica le superfici sottoposte a vincolo idrogeologico ai sensi del RD 3267/23, le aree a pericolosità idrogeologica ai sensi della L. 267/98 mappate dal Piano di Assetto Idrogeologico, gli areali in stato di frana mappati dall'Inventario dei Fenomeni Franosi.

Da una analisi condotta dal Piano Forestale Ambientale sul Distretto n°9 Marghine-Goceano risulta che il 39.2% del distretto è soggetto a vincolo idrogeologico, il 7.5% è a pericolosità idrogeologica mentre sono localizzati fenomeni franosi per 621 ettari (0.7%), classificati sia come crolli o ribaltamenti diffusi che come frane superficiali diffuse.

	<i>superficie [ha]</i>	<i>% sup distretto</i>
vincolo idrogeologico (RD 3267/23)	35'025	39.2%
aree a pericolosità idrogeologica mappate da PAI (L. 267/98)		
pericolosità frane	6'535	7.3%
pericolosità piene	196	0.2%
areali mappati dall'IFFI		
miste non meglio definite	1	0.0%
crolli o ribaltamenti diffusi	387	0.4%
frane superficiali diffuse	233	0.3%

L'area interessata dall'intervento non risulta vincolata dai regimi vincolistici sopraelencati (vedi immagine seguente).
Da quanto sopraesposto per l'impianto in oggetto NON sussistono vincoli.

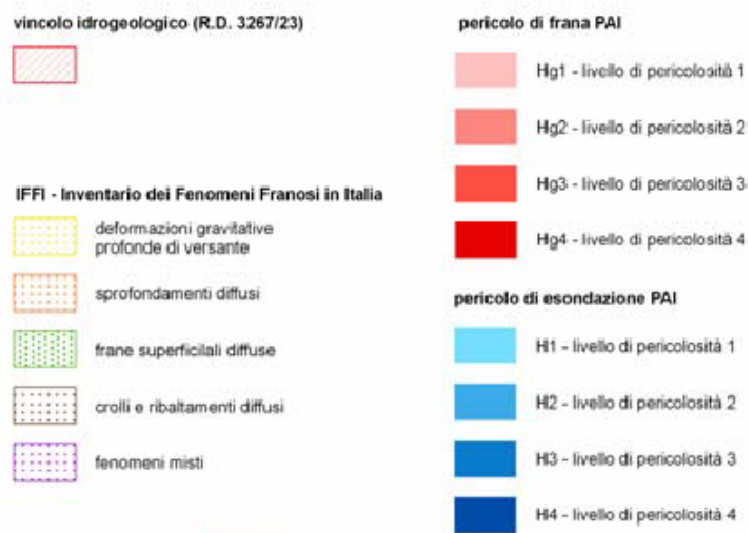
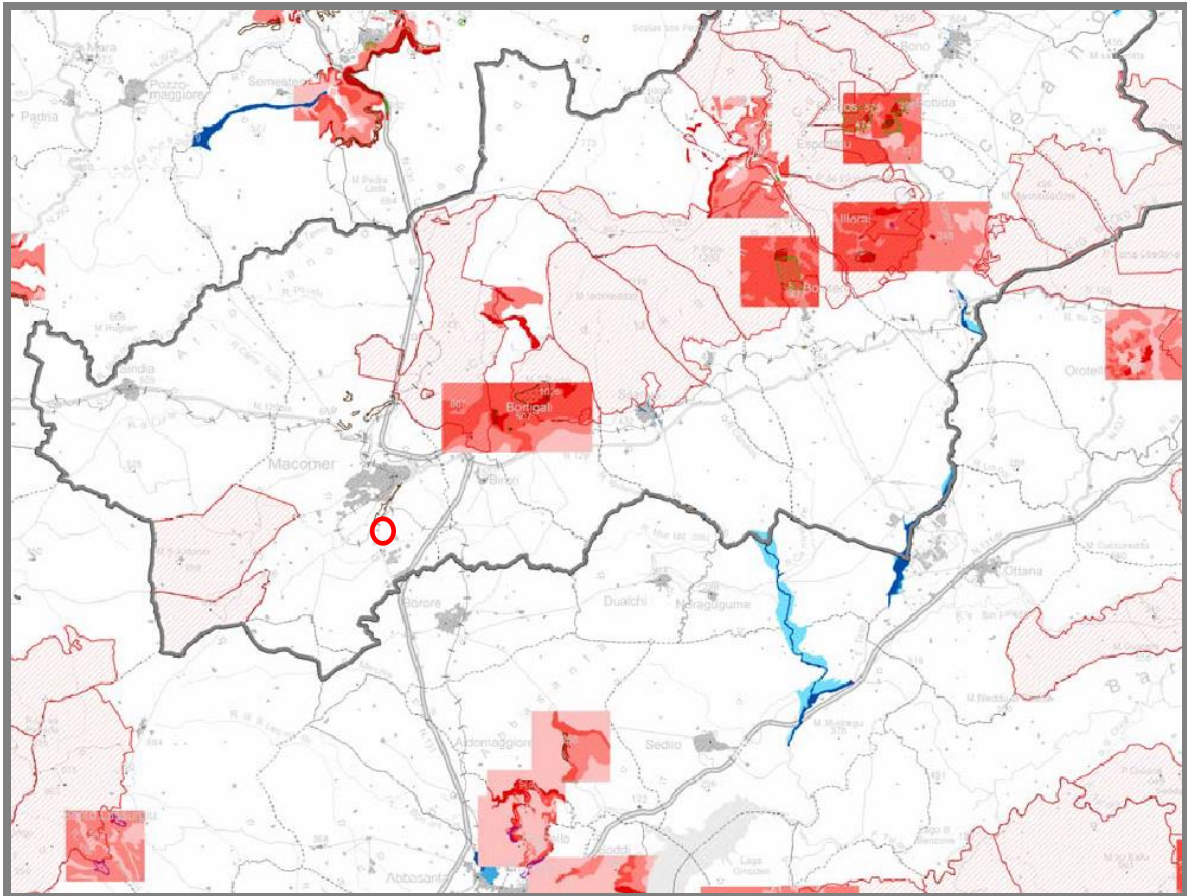




Tabella 13 Estratto della Tav. 7 del Piano Forestale Ambientale - Carta Vincolo Idrogeologico-Aree a pericolosità idrogeologica – Fenomeni franosi con indicazione dell'area di intervento

	REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	S.I.A. - Quadro di riferimento progettuale	PAG. 112/154	

13. CONDIZIONE DI UTILIZZAZIONE DI RISORSE NATURALI E DI MATERIE PRIME DIRETTAMENTE/INDIRETTAMENTE UTILIZZATE

13.1 FASE DI COSTRUZIONE

13.1.1 Movimenti di terra

I lavori di sistemazione dell'area di cantiere consisteranno essenzialmente nella sistemazione generale del terreno, di strade e piazzali per il transito e parcheggio dei mezzi e il deposito dei materiali, e nella realizzazione delle seguenti opere:

1. recinzione del cantiere;
2. allaccio dell'acqua ad uso potabile ed industriale;
3. allaccio alla rete generale di smaltimento delle acque meteoriche;
4. allaccio alla rete generale di raccolta e convogliamento delle acque nere;
5. impianto generale di terra costituito da dispersore e maglia interrata;
6. impianto di illuminazione idoneo ad illuminare le aree di cantiere;
7. rete telefonica.

Le operazioni principali in fase di cantiere saranno costituite dalla realizzazione di:

- Opere civili:
 - preparazione del terreno e realizzazione delle opere di fondazione per nuovi edifici e macchinari;
 - sala controllo ed edifici minori vari;
 - parte elettrica;
 - sistemi di stoccaggio dei reagenti e delle ceneri leggere e pesanti;
 - sistemazioni viarie interne.
- Componenti elettromeccaniche:
 - caldaia e generatore di vapore, turbina e sistema di generazione elettrica, sistemi ausiliari;
 - sistema di depurazione fumi e di monitoraggio delle emissioni al camino.

Gli scarichi liquidi sono sostanzialmente quelli connessi alla presenza del personale, oltre alle acque meteoriche.

I rifiuti solidi del cantiere sono costituiti essenzialmente dal materiale derivante dalle attività di smantellamento delle opere civili, oltre ai normali rifiuti derivanti dalla presenza del personale. Essi, per la quota non recuperabile come materia prima, saranno smaltiti in conformità alle norme vigenti.

Nella prima fase di cantiere (fase preliminare riservata all'infrastrutturazione, ai lavori di sistemazione del terreno), gli addetti ai lavori (manovalanza ed operai qualificati) saranno giornalmente in media 12 persone.



La realizzazione degli interventi richiede una durata complessiva di circa 25 mesi, dalla data di inizio dei lavori in sito all'avvio della stessa; è stato valutato un impegno medio di personale in cantiere di circa 25 unità.

l'impostazione generale del Piano di Gestione delle materie si basa sull'ipotesi di massimizzare il riutilizzo dei materiali di risulta derivanti dai lavori di costruzione dell'opera, atteso che le caratteristiche geotecniche ed ambientali delle terre lo consentono e nel rispetto della normativa vigente.

Per una valutazione delle esigenze connesse con la movimentazione di materiali da scavo e/o demolizione è stata effettuata una stima quantitativa dei vari flussi attesi, sia di quelli derivanti da scavi e/o demolizioni che di quelli di cui si necessiterà nell'ambito delle attività realizzative dell'opera di cui trattasi.



Il bilancio delle materie è stato riepilogato in un foglio di sintesi dei conteggi effettuati dal quale si desumono i valori dei quantitativi in termini di produzione/fabbisogni.

Atteso che le opere di scavo interesseranno fondamentalmente rocce basaltiche è del tutto evidente che sia per ragioni di carattere ambientale che per ragioni di carattere economico si prevede di utilizzarle al massimo per sottofondi, riempimenti e quant'altro.

	REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	S.I.A. - Quadro di riferimento progettuale	PAG. 113/154	

Scavi demolizioni e fresature			
Scavi		4066	mc
Scotico		1068	mc
Demolizione sovrastruttura stradale (h=0,35m)		1301	mc
Demolizione cordoli e bordure stradali		87	mc
Rimozione di aiuole e aree a verde (h=1m)		1400	mc
Demolizione muri a secco e successivo ripristino		160	mc
Demolizione tramezzi		89	mc
Demolizione strutture		192	mc
	<i>TOTALE</i>	8362	mc
Demolizione reti e impianti			
Tubazioni		380	ml
Cavi elettrici		270	ml
	<i>TOTALE</i>	650	ml
Fabbisogni			
Rinterro e riempimenti		1950	mc
Terreni vegetale		2000	mc
Stabilizzato		784	mc
Inerti bituminati		230	mc
Sabbia fine (posa tubazioni)		80	mc
	<i>TOTALE</i>	5044	mc
Recupero			
Recupero per rinterro e riempimento		1950	mc
Recupero per terreno vegetale		1400	mc
	<i>TOTALE</i>	3350	mc
Materiali a scarica			
Materiale di risulta da scavi		2116	mc
Materiale di risulta da scotico		1068	mc
Materiale di risulta da cordoli e bordure stradali		87	mc
Materiale di risulta da aiuole e aree a verde		0	mc
Materiale di risulta da tramezzi e strutture		281	mc
Materiale di risulta da Tubazioni e cavi elettrici		650	mc
	<i>TOTALE</i>	4202	mc

Per la realizzazione delle opere in oggetto saranno inoltre necessari materiali che potranno essere prelevati dai seguenti siti individuati nel Piano Cave della Regione Sardegna:

	REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	S.I.A. - Quadro di riferimento progettuale	PAG. 114/154	

Provincia di Nuoro

Tab. 3 - Elenco delle cave in esercizio (ATTIVE)

COMUNE	LABEL	DENOMINAZIONE CAVA	SITUAZIONE AMMINISTRATIVA	ANNO INIZIO ATTIVITA'	DATA AUTORIZZAZIONE	SCADENZA AUTORIZZAZIONE	USO	PRODOTTO COMMERCIALE	MATERIALE	PRODUZIONE 2004 [t]	RISERVE IN ANNI	SUPERF TITOLO AUTORIZ [Ha]	SUPERF OCCUPATA DA ATTIVITA' DI CAVA [Ha]	TITOLARE	OPERATORE
Fonni	7_C	Mastala	Autorizzata	ante_1989	30-giu-97	31-dic-03	C	Inerti per conglomerati	Granodiorite monzogranitica			1.43	1.407	Manufatti e Granulati Sri	
Gadoni	2_O	Tialesi	Istruttoria	ante_1989			O	Lastrato di Gadoni	Calcare				1.434	Moi Mario	
Gadoni	42_I	Su Linnarbu	Istruttoria	1993			I	Materiale per vetreria	Sabbia	11,161	15		24.941	Cocco Gabriele	
Galtelli	437_C	Sos de Bitti-Gollei Lupu	Istruttoria	1988			C	Inerti per conglomerati	Basalto	39,646			2.211	Cossoddu Severino	Sabbie di Sardegna di Cossoddu Mona Paola
Lei	421_C	Monte Tundu	Istruttoria	ante_1989			C	Inerti per ri_rimp_str	Depositi alluvionali				3.193	Marras Sri 2	
Lodè	1288_O	Badde su Enosu	Autorizzata	2004	31-ago-04	30-ago-14	O	Lastrato di Siniscola	Gneiss	81	20	2.32	0.461	Coronas Gianfranco	
Lula	35_O	Sa Pruna	Autorizzata	ante_1989	29-giu-04	28-giu-14	O	Lastrato di Lula	Micascisto		10	0.87	1.793	Becciu Antonio	
Lula	36_O	Sae Luvicu	Istruttoria	ante_1989			O	Lastrato di Lula	Micascisto		5		1.374	Tatti Diego	
Lula	307_C	Paduleddas	Istruttoria	ante_1989			C	Inerti per ri_rimp_str	Micascisto				2.174	Calla Amedeo	
Lula	483_I	Badde Longa	Autorizzata	1977	23-dic-97	22-dic-06	I	Granulati per leganti	Gneiss	34,749	22	4.37	2.995	Buzzi Unicem Spa	
Macomer	200_C	Bara e Sa Uddiddolza	Istruttoria	1990			C	Inerti per conglomerati	Basalto	66,605	8		6.176	Piga Basilio	
Macomer	299_C	Sas Giagas	Istruttoria	1989			C	Inerti per conglomerati	Basalto	10,308	29		5.246	Piga Basilio	
Macomer	417_C	Sa Crabarza	Autorizzata	ante_1989	5-lug-00	5-lug-10	C	Inerti per ri_rimp_str	Trachite	48,056		3.54	2.425	Piga Basilio	
Noragugume	445_C	Pirizzolu	Autorizzata	ante_1989	21-nov-95	30-set-07	C	Inerti per conglomerati	Depositi alluvionali	66,957	0	6.26	10.074	Inerti Tirso Snc	
Oliena	22_C	Su Gurruttone	Istruttoria	ante_1989			C	Inerti per conglomerati	Calcare	43,610			2.757	G.P.M. Manufatti in cemento di Ghisu, Puddu e Massaiu Sebastiano & C. Snc	CAL.SARDA di Ghisu Bastiano e C. Snc

Tabella 14 Piano Cave della Regione Sardegna

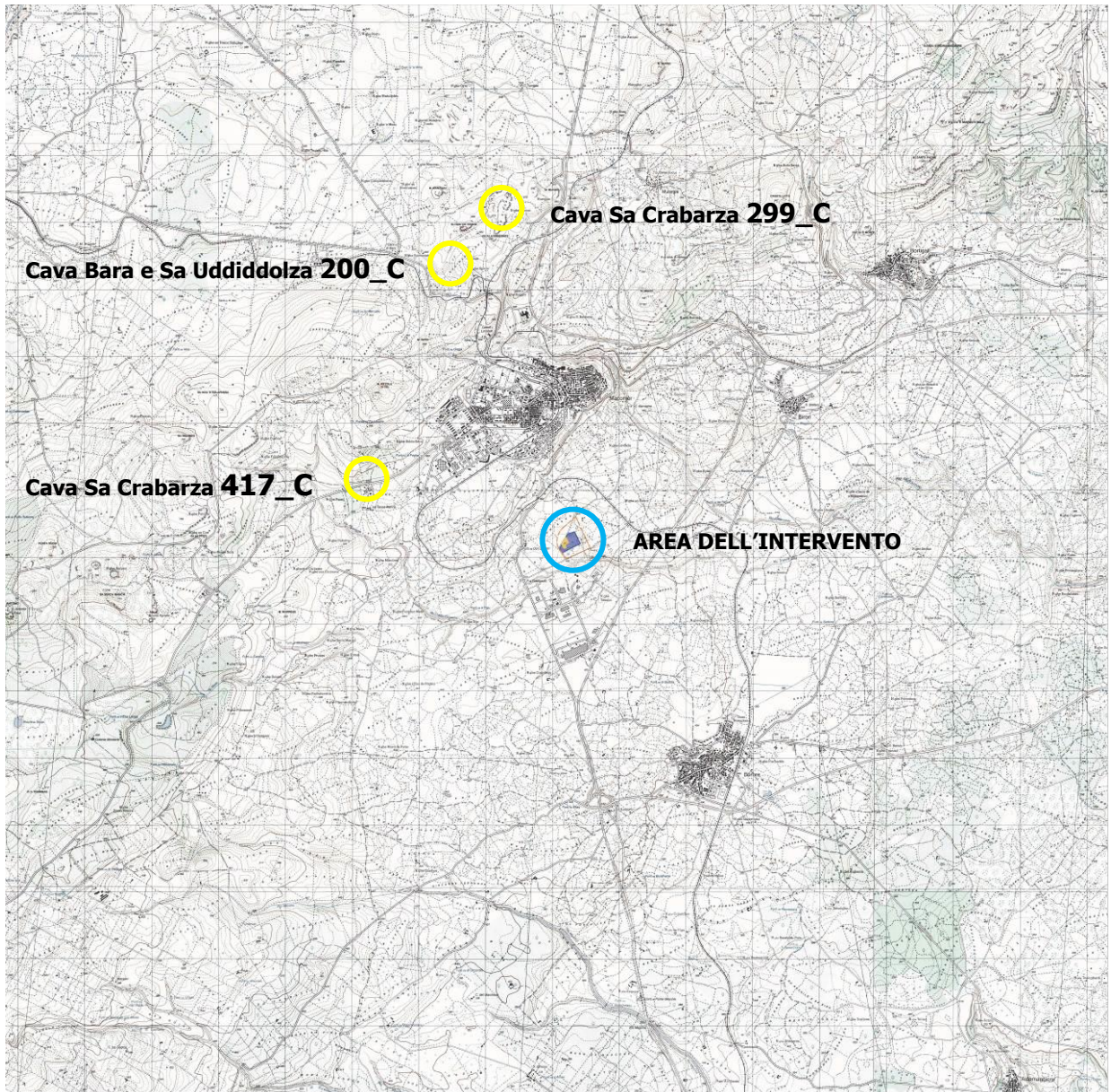


Figura 34 Posizione cave Comune di Macomer



Al fine di gestire i volumi di terre e rocce da scavo coinvolti nella realizzazione dell'opera, nell'ottica di minimizzare le percorrenze dei mezzi di cantiere e quindi l'impatto ambientale da questi generato, sono state definite nell'ambito della cantierizzazione, una serie di aree di stoccaggio dislocate lungo il tracciato in progetto, in affiancamento alle aree di lavoro.

Si prevede di allocare i materiali da scavo il più vicino possibile al luogo da cui saranno estratti.

I materiali che verranno depositati nelle aree possono essere suddivisi genericamente nelle seguenti categorie:

- terreno vegetale (corrispondente al primo strato di terreno, risultante dalle operazioni di scotico);
- terreno derivante da scavi all'aperto (trincee e gallerie artificiali);

Le differenti caratteristiche dei materiali determinano diverse caratteristiche delle aree all'interno delle quali esse dovranno essere stoccati.

	REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	S.I.A. - Quadro di riferimento progettuale	PAG. 116/154	

In tutti i casi le aree di stoccaggio, dimensionate in maniera diversa in funzione dei quantitativi di materiali da accumulare, verranno realizzate in modo da contenere al minimo gli impatti sulle matrici ambientali, con specifico riferimento alla tutela delle acque superficiali e sotterranee ed alla dispersione delle polveri.

All'interno delle singole aree il terreno verrà stoccato in cumuli separati, distinti per natura e provenienza del materiale, con altezza massima derivante dall'angolo di riposo del materiale in condizioni sature, tenendo conto degli spazi necessari per operare in sicurezza nelle attività di deposito e prelievo del materiale.

All'interno delle aree identificate si dovrà aver cura di predisporre, in modo separato e con chiara segnalazione di identificazione:



- depositi di accumulo dei materiali da scavo da sottoporre ad analisi, ovvero aree in cui verranno depositate le terre e rocce da scavo in attesa della determinazione delle caratteristiche di qualità ai fini della loro riutilizzazione;
- depositi di accumulo dei materiali da riutilizzare, ovvero aree in cui verranno stoccate, per un successivo riutilizzo, le terre e rocce da scavo già caratterizzate e che non vengono immediatamente reimpiegate;
- depositi temporanei di rifiuti non pericolosi, ovvero aree in cui vengono accumulati i rifiuti identificati come non pericolosi prima di procedere al loro smaltimento e/o recupero;

depositi temporanei di rifiuti pericolosi, ovvero aree in cui vengono accumulati i rifiuti identificati come pericolosi prima di procedere al loro smaltimento e/o recupero.



13.1.2 I materiali da costruzione che si prevede di impiegare

Nella seguente tabella sono stati riepilogati i vari materiali previsti nella realizzazione, parte civile, dell'opera di cui trattati. Si elencano altresì i movimenti di terra e le demolizioni.

	<i>Un. mis.</i>	<i>Q.tà</i>
Demolizione pavimentazione bituminosa	mc	1.302,52
Scavo generale di sbancamento e di cantinato	mc	3.829,29
Scavo a sezione obbligata	mc	3.063,84
Trasporto a discarica dei materiali di risulta	mc	7.722,04
Misto granulometrico a formazione sottofondo	mc	1.736,29
Cls magro di sottofondazione Rck 15	mc	87,99
Casseforme opere di fondazione	mq	2.948,71
Posa di barre di armatura B450C	kg	61.136,11
Cls per opere di fondazione Rck 30	mc	857,38
rete elettrosaldata	kg	6.778,31
Pavimentazione industriale in cls e spolvero di quarzo	mq	3.259,33
Carpenteria metallica strutture tubolari in elevazione S355	kg	53.452,00
Carpenteria metallica strutture in profili laminati in elevazione S355	kg	232.713,33
Trattamento strutture metalliche con vernice intumescente R 60'	kg	53.452,00
Zincatura a caldo per immersione di strutture metalliche	kg	232.713,33
Copertura in pannelli sandwich preformati sp. 80 mm.	mq	1.646,10
Tamponamento in pannelli sandwich ondulati sp. 80 mm.	mq	3.908,05
Tamponamento in pannelli di policarbonato alveolare sp. 40 mm.	mq	626,51
Gronda in acciaio zincato preverniciato sp. 10/10 mm.	m	160,80
Lattinerie in lamiera di acciaio zincata preverniciata sp. 10/10 mm.	m	2.245,70
Pluviali diam. 100 in lamiera di acciaio zincata preverniciata	m	505,00
Portone ad impacchettamento rapido in tessuto poliestere	mq	73,34
Tamponamento in pannelli di grigliato	mq	1.082,37

	REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	S.I.A. - Quadro di riferimento progettuale	PAG. 117/154	

Solaio in lamiera grecata zincata di acciaio e getto di cls armato	mq	576,97
Impermeabilizzazione solaio copertura in doppia guaina bituminosa	mq	175,75
Porta coibentata ad una anta	mq	54,60
Portone coibentato a due ante	mq	17,60
Infissi in alluminio a taglio termico e vetro camera	mq	3,30
Vano finestrato in telaio metallico e vetro antisfondamento	mq	7,20
Scala in acciaio ad un rampante completa di gradini e ringhiere	kg	27.200,00
Smontaggio scala esterna in acciaio e ricollocazione in opera	a corpo	1,00
Griglie di aerazione in lamiera di acciaio zincata preverniciata	n	8,00
Solaio alveolare prefabbricato e getto di completamento in cls	mq	114,10
Pipe Rack in acciaio	kg	6.000,00
Porta coibentata a due ante	mq	13,00

	REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	S.I.A. - Quadro di riferimento progettuale	PAG. 118/154	

13.2 FASE DI ESERCIZIO

L'impianto di termovalorizzazione sarà alimentato con rifiuti solidi urbani pretrattati prodotti negli ambiti territoriali di riferimento.

La portata di progetto è pari a circa 61.000 t/y di materiale caratterizzato da un potere calorifico inferiore di a 13.180 kJ/kg al CTN. La capacità di trattamento di progetto è pari a 7,64 t/h per linea al CTN, equivalenti a 183,36 t/d.

Come combustibile ausiliario e per gli avviamenti sarà utilizzato l'olio combustibile in assenza di metadotto

In queste condizioni, risulta il seguente consumo anno di reagenti, assumendo un funzionamento di 8000 h/y al CTN:

- | | |
|--|---------|
| • bicarbonato di sodio: | 1.725 t |
| • carbone attivo: | 84 t |
| • NH ₃ in soluzione acquosa al 25%: | 424 t |

Il consumo atteso di acqua industriale risulta pressoché nullo.

14. QUANTITÀ E CARATTERISTICHE DEGLI SCARICHI IDRICI, DEI RIFIUTI, DELLE EMISSIONI IN ATMOSFERA

14.1 EFFLUENTI LIQUIDI

14.1.1 Natura degli e effluenti liquidi

Gli effluenti liquidi generati dall'impianto saranno i seguenti:



- *Acque reflue industriali e di processo*, generate dalle varie sezioni di impianto durante il normale esercizio, caratterizzate da un livello significativo di concentrazione di inquinanti;
- *Acque meteoriche*:
 - *potenzialmente contaminate*, cioè raccolte dalle superfici pavimentate a rischio di dilavamento di sostanze potenzialmente inquinanti, dai piazzali e dalla rete viabilistica degli automezzi. Tali superfici saranno dotate di caditoie e rete di drenaggio dedicata per la raccolta separata delle acque di dilavamento;
 - *non contaminate*, cioè raccolte dalle coperture dei vari fabbricati a servizio dell'impianto;
- *Acque reflue civili* derivanti dai servizi igienici installati all'interno dei fabbricati asserviti all'impianto

Essendo l'impianto di trattamento fumi del tipo "a secco", non si prevedono da esso scarichi liquidi. Inoltre, avendo previsto un sistema di condensazione ad aria, non si genereranno gli effluenti liquidi che si hanno invece nel caso si adottino sistemi di condensazione ad acqua.



Particolare attenzione progettuale è stata prestata al tema dell'uso della risorsa idrica. Il progetto è improntato all'idea di impiegare preferibilmente acque di recupero per scopi di processo che costituisce un elemento di valenza ambientale finalizzata a minimizzare lo spreco di detta risorsa. Sono quindi riutilizzate le acque di prima pioggia e gli scarichi di processo per alimentare il *buffer tank*, ed è prevista la realizzazione di un bacino di accumulo delle acque dei tetti e delle acque di seconda pioggia per fini irrigui e altre necessità impiantistiche. Inoltre ad integrazione di quanto sopra evidenziato, nel progetto è previsto l'uso dell'acque effluente dal limitrofo impianto di depurazione per gli utilizzi industriali e il reintegro del bacino di accumulo, per garantire sempre il massimo livello dello stesso.

Nello schema generale seguente viene evidenziata la filosofia che sta alla base dell'idea di riuso della risorsa acqua, applicata nella presente progettazione.

	REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	S.I.A. - Quadro di riferimento progettuale	PAG. 119/154	

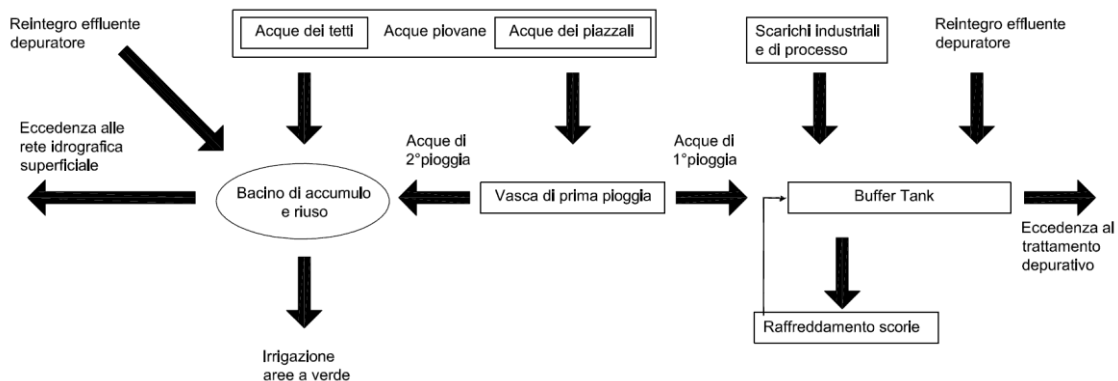


Figura 35: Schema generale riutilizzo risorsa idrica

14.1.2 Gestione delle acque reflue industriali e di processo

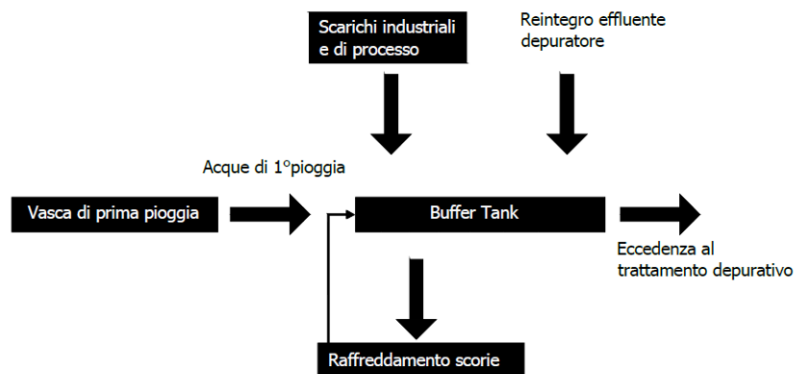


Figura 36 Schema del sistema raccolta e stoccaggio delle acque reflue industriali e di processo

Gli scarichi industriali sono costituiti dall'acqua proveniente dai vari spurghi e drenaggi delle apparecchiature dell'impianto e in particolare:

- spurghi delle caldaie principali;
- drenaggi del ciclo termico;
- spurghi dalla caldaia di avviamento;
- spurgo del circuito chiuso di raffreddamento;
- eluati provenienti dal processo di osmosi inversa;
- condense dal camino;
- acque dai lavaggi dei pavimenti;
- spurghi dalle linee di processo.

Tali acque alimenteranno con rete dedicata il *buffer tank*.



Si precisa che per precisa scelta progettuale legata ad una esigenza di carattere ambientale le acque di pioggia incidenti su superfici ritenute a rischio (pavimentazioni industriali sotto caldaia, sotto elettrofiltro, sotto *allinone*, sotto sistemi di stoccaggio rifiuti vari) vengono inviate direttamente nel *buffer tank*.

14.1.2.1 Raffreddamento scorie

Dalla vasca di accumulo (buffer tank), una quota parte degli scarichi industriali verrà pompata agli estrattori delle scorie e delle ceneri sottogriglia e riutilizzata come acqua di spegnimento per le scorie stesse.

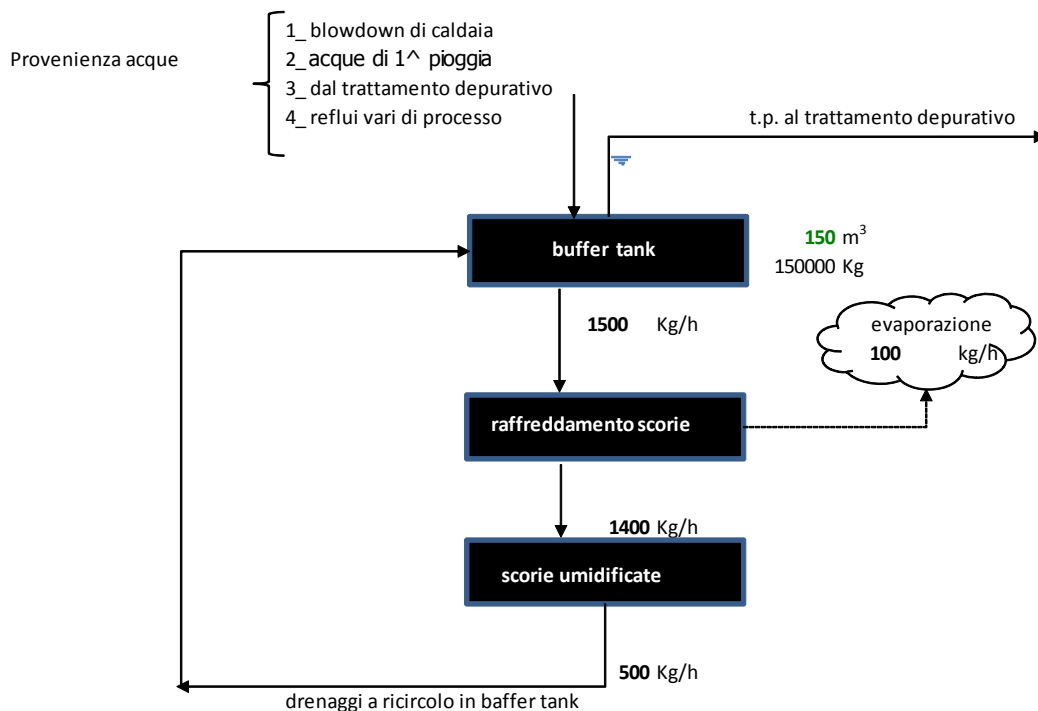


Figura 38: P&ID Buffer Tank

Per garantire l'equilibrio del sistema in caso di necessità è previsto che l'acqua possa essere integrata dall'effluente proveniente dal limitrofo impianto di trattamento depurativo.

Il bacino è mantenuto a volume costante. L'acqua eventualmente eccedente, viene in automatico deviata al limitrofo sistema di trattamento depurativo.

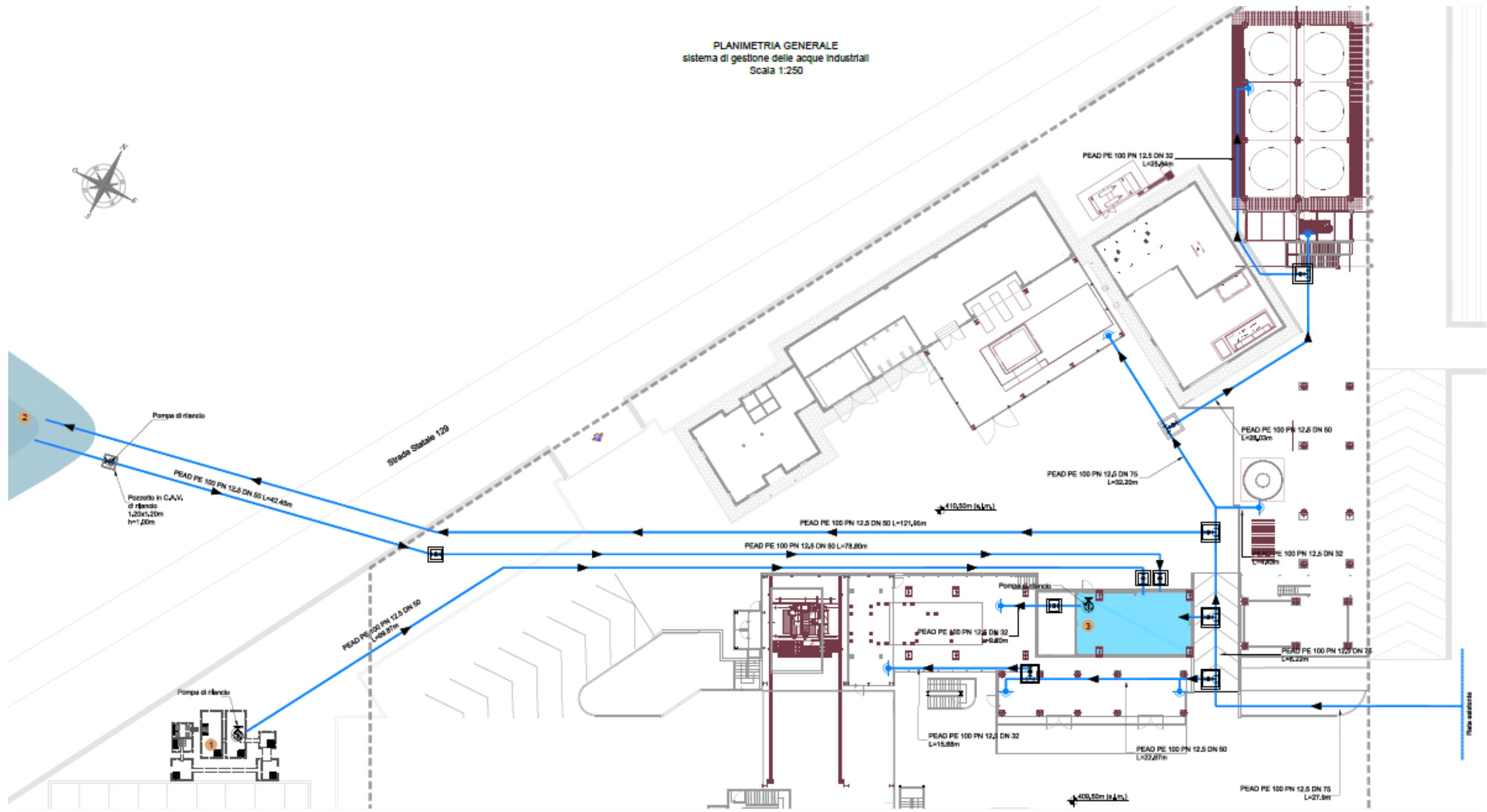




Figura 39: Rete di adduzione acque industriali

	REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	S.I.A. - Quadro di riferimento progettuale	PAG. 123/154	

14.1.3 *Destino delle acque piovane*

Le acque piovane provenienti da coperture e acque di 1°-2° pioggia raccolte dai piazzali e viabilità interna vengono stoccate e riutilizzate nel processo industriale e a fini irrigui per il mantenimento delle aree a verde di pertinenza dell'impianto.

Trattasi di un quantitativo di circa 3240 m³/anno circa che viene utilizzato come segue:

1. le acque di copertura dei tetti vengono inviate al bacino di accumulo e riuso per usi irrigui, utilizzate per il mantenimento delle aree a verde predisposte a nord dell'impianto. Il bacino di accumulo sarà dotato di troppo pieno e l'acqua in eccesso sarà convogliata alla rete idrografica superficiale;
2. le acque dei piazzali vengono inviate alla vasca di prima pioggia di nuova realizzazione, da tale vasca le acque di prima pioggia vengono inviate al *buffer tank* per essere utilizzate nel raffreddamento scorie, mentre le acque di seconda pioggia vengono inviate al bacino di accumulo e riuso.

14.1.3.1 *Acque delle coperture*

Per un corretto riutilizzo della risorsa idrica a fini irrigui, nell'area di intervento sarà realizzata una nuova rete delle acque bianche dei tetti.

La rete intercetterà le coperture degli edifici di nuova realizzazione e le coperture degli edifici esistenti oggetto di intervento.

Le acque dei tetti raccolte con rete dedicata saranno inviate al bacino di accumulo realizzato nella parte ovest dell'impianto.

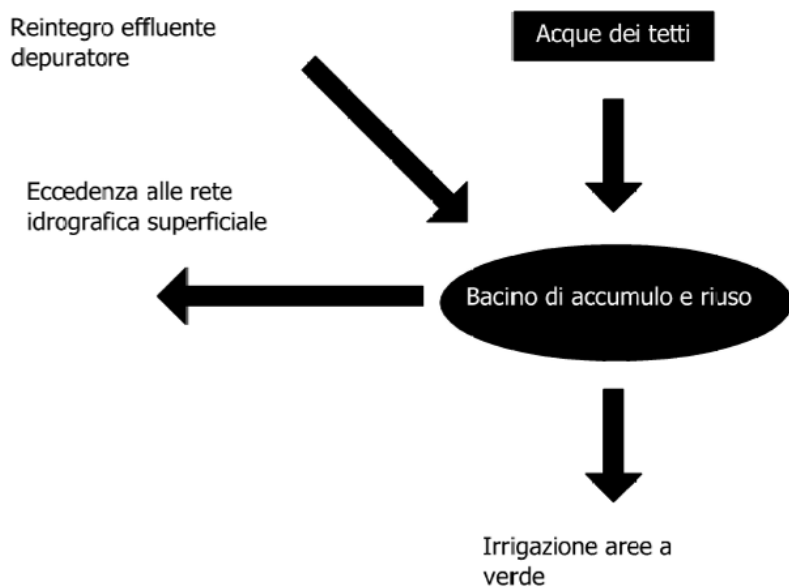
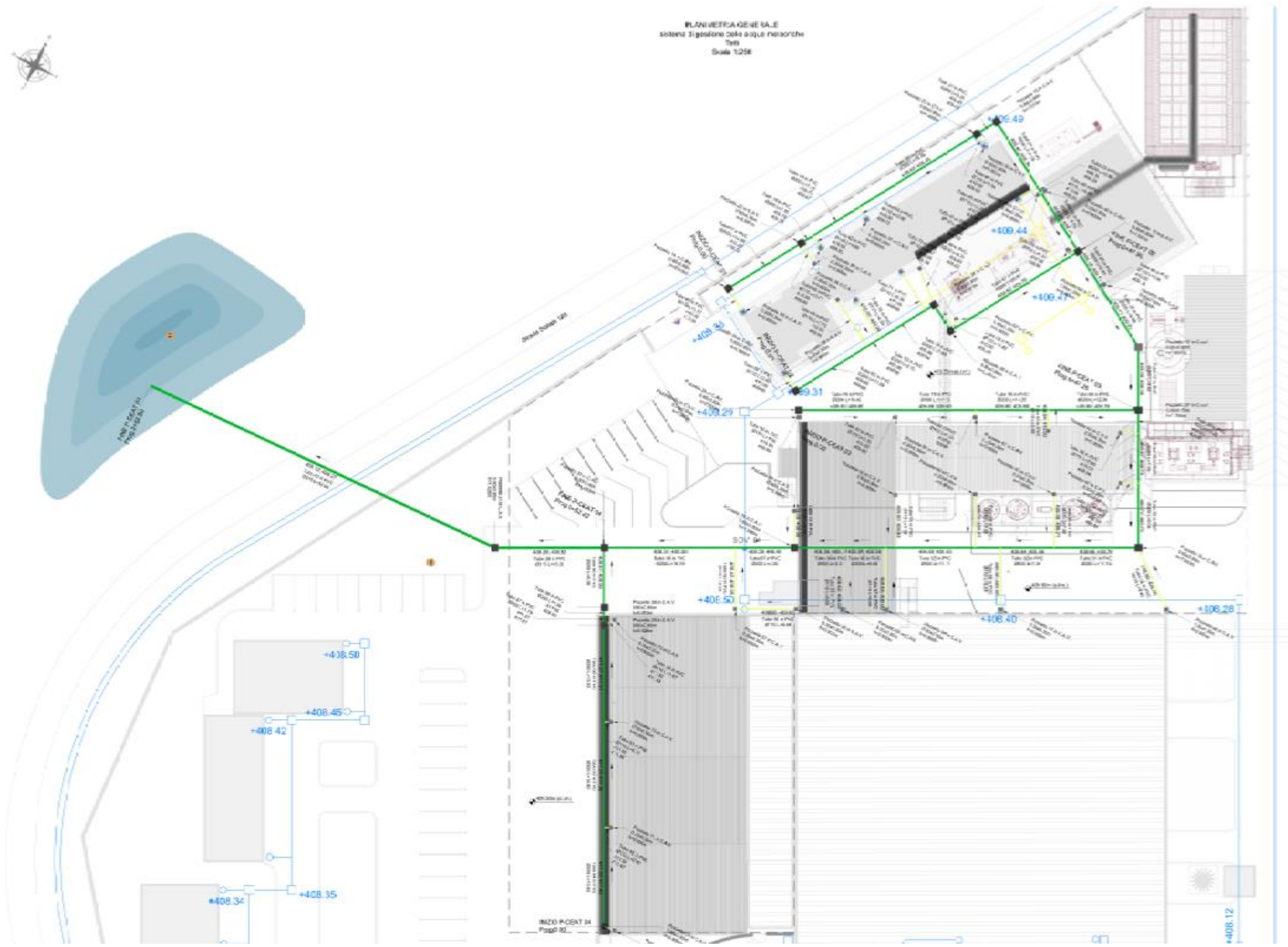


Figura 40: Schema di gestione e riuso acque dei tetti





	REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	S.I.A. - Quadro di riferimento progettuale	PAG. 125/154	

Figura 41: Schema reti di raccolta acque meteoriche dei tetti

Le acque stoccate bacino di accumulo saranno utilizzate per fini irrigui, per un ottimale mantenimento della barriera verde realizzata nella parte nord per mitigare l'impatto visivo della nuova linea di termovalorizzazione.

Le superfici delle coperture intercettate:

- avanfossa 920 mq;
- edificio fossa scorie 360 mq;
- edificio ciclo termico 170;
- copertura generatore di vapore 330 mq;
- edificio sala quadri esistente 210 mq;
- edificio sala controllo esistente 95 mq;
- edificio osmosi inversa esistente 210 mq;

Superficie coperture totali 2295 mq

	Precipitazioni (mm)		
	Minima	Massima	Cumulata
Anno	0.00	8.62	616.46
Primavera	0.00	3.25	174.17
Estate	0.00	2.74	74.47
Autunno	0.00	6.66	194.12
Inverno	0.00	3.13	173.70

Primavera:	marzo, aprile, maggio
Estate:	giugno, luglio, agosto
Autunno:	settembre, ottobre, novembre
Inverno:	dicembre, gennaio, febbraio

gennaio	0.00	2.54	40.73
febbraio	0.00	2.44	63.77
marzo	0.00	4.12	69.66
aprile	0.00	3.47	50.22
maggio	0.00	2.16	54.29
giugno	0.00	4.15	44.44
luglio	0.00	3.59	28.90
agosto	0.00	0.49	1.13
settembre	0.00	8.03	80.85
ottobre	0.00	3.33	29.81
novembre	0.00	8.62	83.46
dicembre	0.00	4.41	69.20



Figura 42: Dati di pioggia Macomer

Per il calcolo dei flussi idrici stoccabili annualmente nel bacino di stoccaggio, sono stati considerati i seguenti coefficienti correttivi:

- coperture dei fabbricati:
 - coefficiente di evapotraspirazione 10%;
 - coefficiente di deflusso 95%;

Portata d'acqua risultante dalle coperture degli edifici:

$$2.295 \times 616/1000 \times 0,90 \times 0,95 = 1145 \text{ m}^3/\text{anno circa};$$

	REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	S.I.A. - Quadro di riferimento progettuale	PAG. 127/154	

14.1.3.2 Gestione acque meteoriche di 1^a e 2^a pioggia

Le acque meteoriche raccolte nelle superfici pavimentate a rischio di dilavamento di sostanze potenzialmente inquinanti: piazzali e viabilità interna saranno inviate alla vasca di prima pioggia per il pretrattamento successivo riutilizzo.

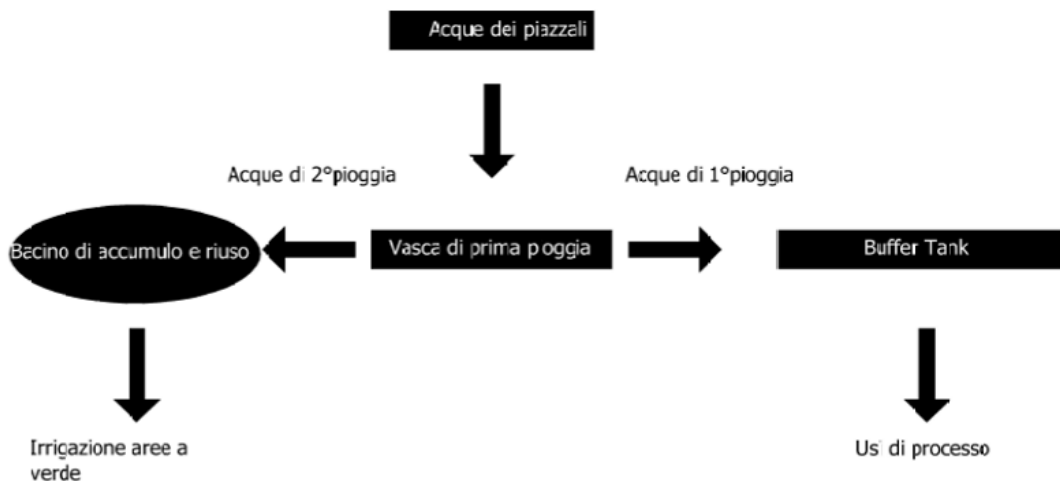


Figura 43: Schema di gestione acque dei piazzali



Si precisa che per precisa scelta progettuale legata ad una esigenza di carattere ambientale le acque di pioggia incidenti su superfici ritenute a rischio (pavimentazioni industriali sotto caldaia, sotto elettrofiltro, sotto *allinone*, sotto sistemi di stoccaggio rifiuti vari) vengono inviate direttamente nel buffer tank.

La superficie totale di raccolta delle acque meteoriche che interessano le aree impermeabili oggetto del presente intervento di piazzali e viabilità è:



- superficie pavimentata piazzali 4.200 m²;

Per il calcolo dei flussi idrici risultanti, sono stati considerati i seguenti coefficienti correttivi:

- coefficiente di evapotraspirazione 10 %,
- coefficiente di deflusso 90 %.

acque da piazzali:

$$4.200 \times 616/1000 \times 0,90 \times 0,90 = 2095 \text{ m}^3/\text{anno circa};$$

	REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	S.I.A. - Quadro di riferimento progettuale	PAG. 129/154	

14.1.4 Gestione dei reflui civili

I reflui civili derivanti dai servizi igienici ubicati in impianto (palazzina uffici e spogliatoi) saranno adottati alla rete acque nere esistente nell'impianto per confluire successivamente al limitrofo trattamento depurativo.

In via preliminare, è stato stimato un fabbisogno giornaliero di acqua potabile per usi civili (servizi igienici, spogliatoi, ecc.) di circa 5 m³ che, considerando un coefficiente di afflusso in fogna di 0,9, corrispondono ad una portata giornaliera di 4,5 m³.

E' previsto un sistema di raccolta a gravità, avente lo scopo di convogliare al collettore fognario esistente delle acque nere tutte le acque di scarico civili legate all'uso di servizi igienici, spogliatoi, ecc. Il dimensionamento in fase esecutiva sarà in funzione delle effettive necessità di ogni singola utenza collegata. Il flusso verrà inviato al limitrofo trattamento depurativo.

14.1.5 Ulteriori fabbisogni idrici

Le ulteriori utenze principali del sistema acqua servizi sono:

- impianto osmosi inversa
- utenze minori

Tali ulteriori utenze vengono alimentate dall'acquedotto acque industriali cui la zona risulta già asservita.

- portata: 15 m³/h

14.1.6 Vasca di prima pioggia

Nel progetto definitivo relativo all'impianto in oggetto è prevista una vasca per il trattamento delle "acque di 1° pioggia" allineato alle nuove normative nazionali e regionali.

Come è stato ampiamente dimostrato in numerosi studi sperimentali, pubblicati a partire dagli anni '70, le acque pluviali di dilavamento di aree urbanizzate sono spesso contaminate e possono determinare un impatto negativo sulla qualità dei corpi idrici ricettori.

A causa delle interazioni tra precipitazione, atmosfera e superfici dilavate, particolare rilevanza ambientale assumono dunque le cosiddette *acque di prima pioggia*: Esse sono costituite dal volume d'acqua meteorica di scorrimento defluito durante la prima parte della precipitazione. Tale frazione di pioggia può essere caratterizzata da presenza di sostanze inquinanti e richiedono quindi particolari procedure di controllo e smaltimento.

14.1.6.1 Il quadro di riferimento normativo

L'art. 113 del *Decreto Legislativo 03 Aprile 2006 n° 152* parte III (Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento) afferma che le acque vanno disciplinate. Le direttive comunitarie n° 91/271/CEE (Trattamento delle acque reflue urbane), e n° 91/676/CEE (Acque meteoriche di dilavamento e acque di prima pioggia), entrambe recepite dallo stato italiano, affermano:

".....ai fini della prevenzione di rischi idraulici ed ambientali, le regioni, previo parere del Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio, disciplinano e attuano:

- a) le forme di controllo degli scarichi di acque meteoriche di dilavamento provenienti da reti fognarie separate;
- b), ecc."

Art. 113

Acque meteoriche di dilavamento e acque di prima pioggia



[1] Ai fini della prevenzione di rischi idraulici ed ambientali, le regioni, previo parere del Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio, disciplinano e attuano:

- a) le forme di controllo degli scarichi di acque meteoriche di dilavamento provenienti da reti fognarie separate;
- b) i casi in cui può essere richiesto che le immissioni delle acque meteoriche di dilavamento, effettuate tramite altre condotte separate, siano sottoposte a particolari prescrizioni, ivi compresa l'eventuale autorizzazione.

[2] Le acque meteoriche non disciplinate ai sensi del comma 1 non sono soggette a vincoli o prescrizioni derivanti dalla parte terza del presente decreto.

[3] Le regioni disciplinano altresì i casi in cui può essere richiesto che le acque di prima pioggia e di lavaggio delle aree esterne siano convogliate e opportunamente trattate in impianti di depurazione per particolari condizioni nelle quali, in relazione alle attività svolte, vi sia il rischio di dilavamento da superfici impermeabili scoperte di sostanze pericolose o di sostanze che creano pregiudizio per il raggiungimento degli obiettivi di qualità dei corpi idrici.

[4] E' comunque vietato lo scarico o l'immissione diretta di acque meteoriche nelle acque sotterranee.

	REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	S.I.A. - Quadro di riferimento progettuale	PAG. 130/154	

14.1.6.2 Caratteristiche dell'intervento

L'impianto di trattamento fisico delle acque di prima pioggia verrà realizzato con vasche di accumulo monolitiche prefabbricate in cav, ad alta resistenza ed impermeabili, la cui soletta di copertura carrabile.

La vasca prevista in progetto è equipaggiata all'interno con:

- sensore di pioggia,
- valvola antiriflusso,
- elettropompa sommergibile di sollevamento acque stoccate, completa di piede di accoppiamento automatico alla tubazione di mandata,
- quadro elettrico di comando e protezione, integrato a logica elettronica programmabile (PLC).

L'impianto è completato da un sistema disoleatore realizzato con cisterna prefabbricate in cav ad alta resistenza, ed equipaggiata con apertura di ispezione a passo d'uomo e chiusini in ghisa classe D400, filtro a coalescenza ed otturatore a galleggiante.

L'impianto disoleatore è dimensionato secondo la *norma UNI EN 858* parte 1 e 2.

14.1.6.3 Modalità di gestione delle acque di prima pioggia

Le acque meteoriche raccolte sui piazzali possono ritenersi potenzialmente inquinate da tracce di oli lubrificanti, di carburanti, di metalli pesanti e corpi solidi in genere.

Secondo la Legge sono soggette a trattamento quelle raccolte durante i primi 5 mm di pioggia e, nel caso di piogge particolarmente intense, le acque eccedenti, vengono avviate direttamente al bacino di stoccaggio tramite una canalizzazione di *by-pass* per il successivo riuso.

Il fenomeno meteorico si ipotizza avvenire in 15 minuti, pertanto, per evitare sovradimensionamenti inutili del sistema di trattamento, si prevede di norma un sistema di sfioro che allontani le acque dal trattamento, dopo i primi 5 mm. di piovosità.

Dal punto di vista tecnico, l'impianto di trattamento delle acque di prima pioggia inquinate da eventuali idrocarburi, prevede innanzi tutto un comparto di accumulo/decantazione, nel quale si depositano per gravità le sostanze pesanti presenti nel primo flusso di acqua meteorica.

Successivamente al comparto di accumulo/decantazione è stato previsto un comparto di disoleazione atto a rimuovere le eventuali sostanze oleose presenti nel flusso da trattare.

Il previsto disoleatore si basa sul principio di funzionamento della separazione gravitaria di sostanze a diverso peso specifico. Il disoleatore è quindi costituito da un sistema statico che funziona per gravità, ossia la separazione di oli, nafte, benzine etc., si ottiene sfruttando le differenze di densità degli idrocarburi rispetto a quella dell'acqua.

All'interno del disoleatore è presente una zona di raccolta degli oli, la quale rende possibile la separazione del prodotto di risulta senza la presenza di residui acquosi.

Il previsto disoleatore :

- sfrutta la differenza di densità esistente tra i due liquidi da separare
- favorisce l'effetto coalescenza fra le piccole particelle di olii e grassi
- sfrutta i cambi di direzione e le differenti velocità del flusso per migliorare la decantazione.
- consente il recupero gravitazionale in continuo dei liquidi separati, indipendentemente dalle quantità e dalle percentuali delle sostanze da separare nell'ambito delle portate che l'impianto può trattare.

Tutte le acque eccedenti il volume massimo trattabile vengono inviate alla condotta di *by-pass*, e da qui allo scarico finale.

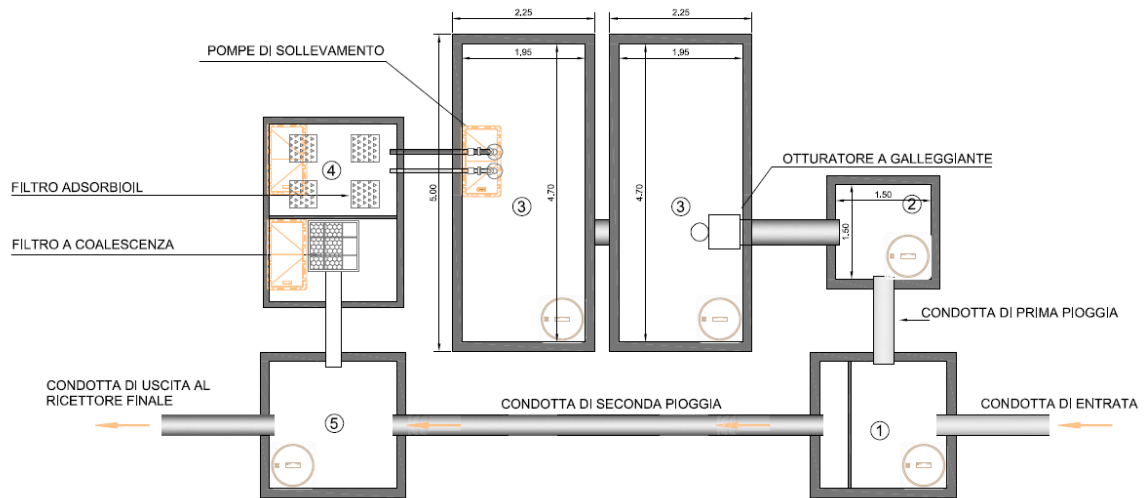


Figura 45: Pianta vasca di prima pioggia

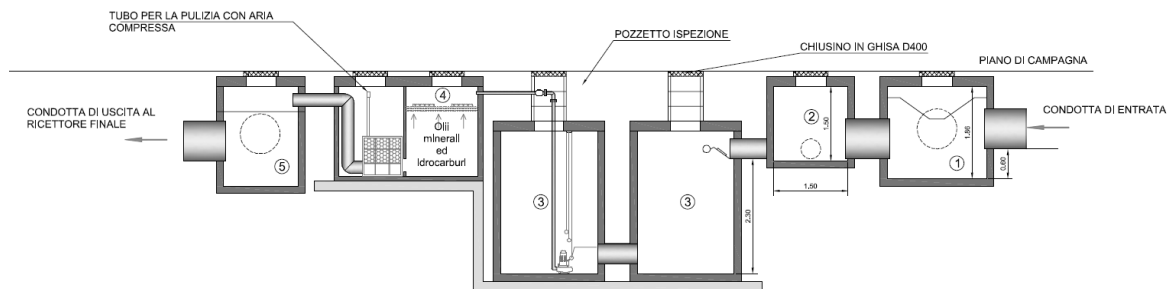


Figura 46: Sezione vasca di prima pioggia

14.1.6.4 Principio di funzionamento e dimensionamento del sistema

L'impianto ha una superficie scolante (strade interne e piazzali) servita dalla rete di drenaggio di 4.200 m² circa. All'inizio dell'evento meteorologico, l'acqua confluisce nella vasca di accumulo/decantazione, opportunamente dimensionata, dove le particelle di inerte trascinate in sospensione nelle acque di deflusso, decantano. In relazione alla previsione di una valvola di non ritorno posta sulla condotta di arrivo, tutta l'acqua confluisce nella vasca di accumulo.

CHEMA TRIDIMENSIONALE DEL SISTEMA DI
RATTAMENTO ACQUE DI PRIMA PIOGGIA

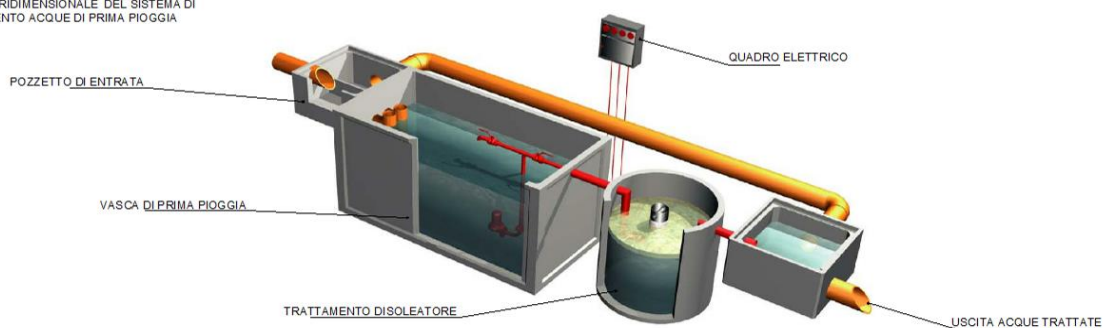




Figura 47: Schema funzionale del sistema "vasca di prima pioggia"

La vasca di accumulo è dimensionata per ricevere un quantitativo d'acqua pari a:

	REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	S.I.A. - Quadro di riferimento progettuale	PAG. 132/154	

- superficie utile di strade e piazzali espressa in m² x 5 mm. di acqua piovana

$$VV_{pp} = 0,005 \times 4.200 \text{ m}^2 = 21 \text{ m}^3$$

quindi è stato stimato un volume minimo di accumulo/decantazione delle APP pari a circa 21 m³.

Cautelativamente è stato adottato un volume complessivo di accumulo/decantazione pari a 40 m³, anche in previsione di un futuro ampliamento delle aree scolanti.

Una volta saturata la capacità della vasca, la valvola di non ritorno V_{m1} si chiude automaticamente, comandata da un apposito sensore di livello (SL_{1max}), non permettendo così l'accesso ad ulteriore refluo che attraverso il pozzetto di *by-pass* (P_{bp}) della vasca di accumulo/decantazione, perviene al pozzetto di campionamento (P_{c1}) e da questo allo scarico finale.

A questo punto inizia il ciclo dell'acqua meteorica stoccata che necessita di trattamento depurativo di tipo fisico.

Al completo riempimento della vasca di accumulo, l'elettrolivello S_{L1} dà il consenso alla pompa di svuotamento P_{d1} , ma un ritardatore programmabile eventualmente secondo le richieste degli Enti di controllo, attiva la stessa solo dopo 48 ore. A questo punto il quadro elettrico Q_{E1} darà l'impulso alla pompa di svuotamento P_{d1} di alimentare le acque accumulate nel disoleatore.

Se l'evento meteorico si dovesse ripetere prima che siano trascorse le 48 ore dopo la cessazione delle ultime piogge tutta l'acqua passa direttamente attraverso il sistema di *by pass*.

Il previsto disoleatore quindi ha caratteristiche funzionali *off-line* rispetto al sistema in modo da poter raccogliere e trattare solo la portata considerata di prima pioggia.

Fondamentalmente esistono due tipi di disoleatore: il separatore a gravità o convenzionale e il separatore a coalescenza.

Il secondo migliora l'efficienza di separazione degli oli grazie alla presenza di un pacco lamellare che aumentando la superficie effettiva di flottazione favorisce l'aggregazione delle particelle più leggere e ne facilita la risalita. In questo modo si riescono a ridurre le dimensioni rispetto ai più grandi disoleatori a gravità.

Il presente progetto prevede l'impiego di entrambe le predette tipologie.

Le specifiche previste per il sistema di disoleatura sono:

Classe I (tenore residuo max 5 mg/l secondo DIN 1999)
--

Disoleatore

Classe I

(tenore max residuo 5 mg/l secondo DIN 1999) con filtro a coalescenza

14.1.6.5 Stadio di disoleazione

La disoleazione viene normalmente ottenuta riducendo la velocità dell'effluente e predisponendo una zona di calma nella quale le sostanze presenti, caratterizzate da un peso specifico minore di quello dell'acqua, risalgono per galleggiamento.

Il funzionamento dei disoleatori può essere ricondotto ai principi della sedimentazione sotto l'azione della gravità: questi si comportano infatti come vasche di sedimentazione nelle quali le particelle oleose anziché sedimentare sul fondo, flottano in superficie.

Per il dimensionamento dei separatori si deve quindi partire dai tempi di residenza delle particelle. Il tempo di residenza t_i (o ritenzione) deve essere maggiore del tempo di risalita t_c :



$$t_i = d_i / V_t$$

dove:

- d_i è la profondità effettiva della vasca di disoleazione
- V_t è la velocità di risalita della particella

Per trovare la velocità di risalita V_t cm/sec si applica la legge di Stokes

$$V_t = g(\sigma_w - \sigma_o)D^2 / 18\eta w$$

	REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	S.I.A. - Quadro di riferimento progettuale	PAG. 133/154	

dove:

- g = costante gravitazionale (981 cm/sec²)
- D = diametro delle goccioline d'olio in cm, consigliato l'uso di un diametro $D=60$ microns cioè 0.006 cm
- σ_w = 0.999 g/cc densità dell'acqua a 15°C
- σ_o = densità dell'olio, si seleziona la densità più conservativa, per es. tra il carburante diesel 0,85 g/cc e l'olio motore 0,90 g/cc in una stessa soluzione si sceglie quest'ultimo
- η_w = 0.017921 poise, g/cm-sec. viscosità dell'acqua a 15°C

14.1.6.6 Il dimensionamento secondo EN 858

Nel caso in progetto è prevista l'installazione di un separatore di classe I che consente, in caso di necessità, una rimozione spinta degli idrocarburi. Anche la EN 858 per la prima pioggia suggerisce di utilizzare un separatore di tipo *by-pass* di classe I.

Secondo la EN 858 il dimensionamento di un disoleatore si basa sulla natura e la portata dei liquidi da trattare tenendo presente:

- la massima portata di pioggia
- la massima portata di effluente
- la densità del liquido oleoso
- la presenza di sostanze che possono impedire la separazione come i detergenti.

le dimensioni nominali (*Nominal Size o NS*) del separatore devono essere determinate con la seguente formula:

$$NS = (Q_r + f_x \cdot Q_s) \cdot f_d$$

dove

- NS è la taglia nominale del separatore;
- Q_r è la massima portata di alimentazione al disoleatore, in l/s;
- Q_s è la massima portata di refluo, in l/s, che nel nostro caso vale 0 (caso di solo acqua di pioggia, noi alimentiamo solo con pompa);
- f_d è il fattore di densità per il tipo di olio;
- f_x è il fattore di impedimento.

La taglia nominale NS è un numero, espresso in unità, approssimativamente equivalente alla portata massima effluente in litri/sec del separatore.

Una volta calcolato l' NS attraverso la formula si richiederà al fornitore un impianto avente la taglia nominale più vicina. Per es. un separatore di classe II con NS 20 nelle condizioni del test rilascia un effluente con concentrazioni inferiori ai 100 mg/l su una portata di 20 l/sec.

Qualora si debba trattare solo acqua di pioggia dall'equazione si toglierà il parametro $f_x \cdot Q_s$. Anche la EN 858 per le acque di pioggia ricorre all'uso della Rational Formula: $Q = C \cdot I \cdot A$ (in mq).

Per quanto riguarda l'intensità I suggerisce di effettuare un'analisi del modello pluviometrico locale e di ottemperare alle disposizioni delle autorità di controllo del luogo.



L'EPA scozzese nella PPG3 fornisce un'intensità di pioggia I pari a 18 mm/h se si tratta di dimensionare un separatore *full retention* e di 1,8 mm/h se si tratta di dimensionare un *by-pass separator*.

La taglia nominale viene espressa preferibilmente secondo questa serie:

1,5, 3, 6, 10, 15, 20, 30, 40, 50, 65, 80, 100, 125, 150, 200, 300, 400 and 500.

Il fattore di densità varia da 1 a 2 a seconda della densità degli idrocarburi e della combinazione dei componenti il separatore, come da tabella seguente:

Densità g/cm ³	Fino a 0,85	da 0,85 fino a 0,90	da 0,90 fino a 0,95
---------------------------	-------------	---------------------	---------------------

	REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO		REV. 0	
	S.I.A. - Quadro di riferimento progettuale		PAG. 134/154	

Combinazione	Fattore di densità fd		
	S II P	1	2
S I P	1 ^a	1,5 ^a	2 ^a
S II I P	1 ^b	1 ^b	1 ^b
S per sludge trap; I o II per la classe del separatore; P per pozzetto di ispezione e prelievo.			
^a Per i separatori di classe I che operano solo con la gravità si utilizza il fd della classe II.			
^b Sia per la classe I che per la classe II.			

Avendo fissato il volume totale utile delle vasche in 30 m³ e imponendo che lo svuotamento e il relativo trattamento fisico del refluo avvenga in 8 ore, ne consegue che il parametro Q_r , cioè la massima portata di alimentazione al disoleatore risulta pari a

$$((105/8)*1000/3600)=1,04 \text{ l/s};$$

assumendo altresì fd cioè il fattore di densità cautelativamente pari al valore max fissato dalle norme, cioè 0,95 si ottiene:

$$NS = Q_r \times fd = 1,04 \times 0,95 = 0.988 \text{ l/s}$$

Cautelativamente si adotta $N_s=5$

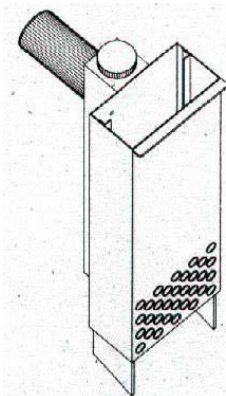
ne consegue che :

- la superficie minima orizzontale in m² è stata calcolata con $A_{\min} = 0,2 \times NS = 0,97 \text{ m}^2$.
- il volume minimo totale in m³ è stato calcolato con $V_{\min} = H \times A = 0,5 \times NS = 2,42 \text{ m}^3$.
- il volume per l'olio in m³ è stato calcolato con $V_{1 \min} = 0,03 \times NS = 0,14 \text{ m}^3$

14.1.6.7 Impiego del filtro a coalescenza

Il previsto filtro a coalescenza ha lo scopo di migliorare l'efficacia del disoleatore.

Esso è essenzialmente composto da due corpi principali: il primo corpo, rettangolare, contiene i filtri propriamente detti, costituiti da una schiuma i cui pori assicurano una coagulazione ottimale delle goccioline d'olio.. Il secondo corpo, cilindrico, porta l'acqua, senza idrocarburi, verso l'uscita.



Il termine "coalescenza" lessicalmente significa "unione di due o più goccioline in una sola goccia". Per migliorare le prestazioni del successivo stadio di disoleazione, il filtro a coalescenza è previsto che venga installato prima dell'uscita dello stadio di disoleazione.

Questo filtro ha lo scopo di permettere alle goccioline di aggregarsi le une alle altre, fino a quando la grandezza delle gocce formate sia sufficiente per una rapida risalita. Il materiale filtrante deve essere periodicamente pulito, sciacquato e/o sostituito.

Una volta disoleata l'acqua potrà essere inviata nelle cisterne di stoccaggio per il suo riuso o essere inviata nel limitrofo corpo ricettore.

14.1.6.8 Caratteristiche della pompa di sollevamento

Nella vasca di prima pioggia sarà installato un impianto di sollevamento per il rilancio dell'acqua di prima pioggia al disoleatore. Le pompe saranno elettrosommersibili tipo Flygt CP 3085 MT/440 o similare con portata unitaria di 2 litri/secondo cadauna.

Le tubazioni di mandata: DN80 in acciaio AISI 316; collettore in uscita DN 150 AISI 316, spessore mm 3. Quadro generale di azionamento e controllo delle pompe, quadretto di derivazione dell'Enel e box con la predisposizione dell'allacciamento alla linea di telecontrollo.

Le pompe sono in parallelo in modo che una pompa è posta come riserva, così che in caso di guasto non si abbia l'interruzione della funzionalità dell'impianto

Nel seguito sono riportate i grafici con le curve caratteristiche della pompa.

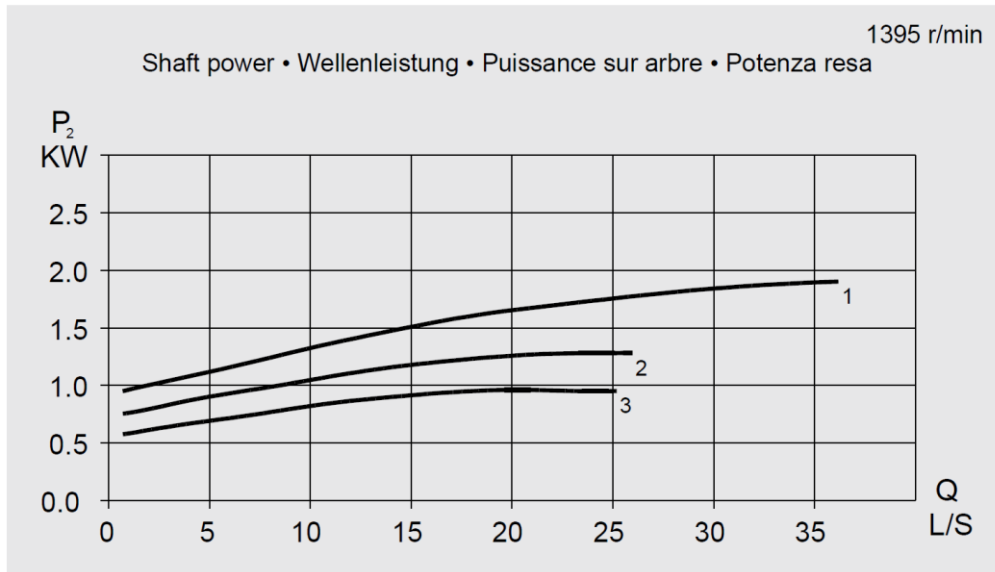


Figura 48: Diagramma Potenza- Portata

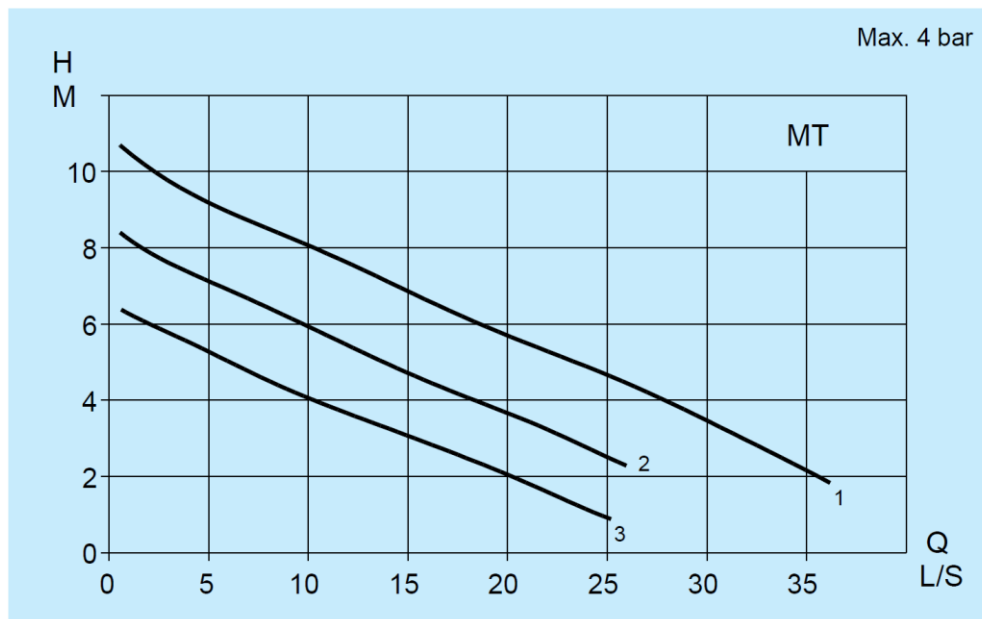


Figura 49: Diagramma Portata- Prevalenza

14.2 RIFIUTI SOLIDI

Allo stato solido, gli scarichi previsti su base annua sono:

- scorie 7.296 t (base secca)
- ceneri leggere: 1.166 t
- PSR 1.449 t

14.3 SCARICHI GASSOSI

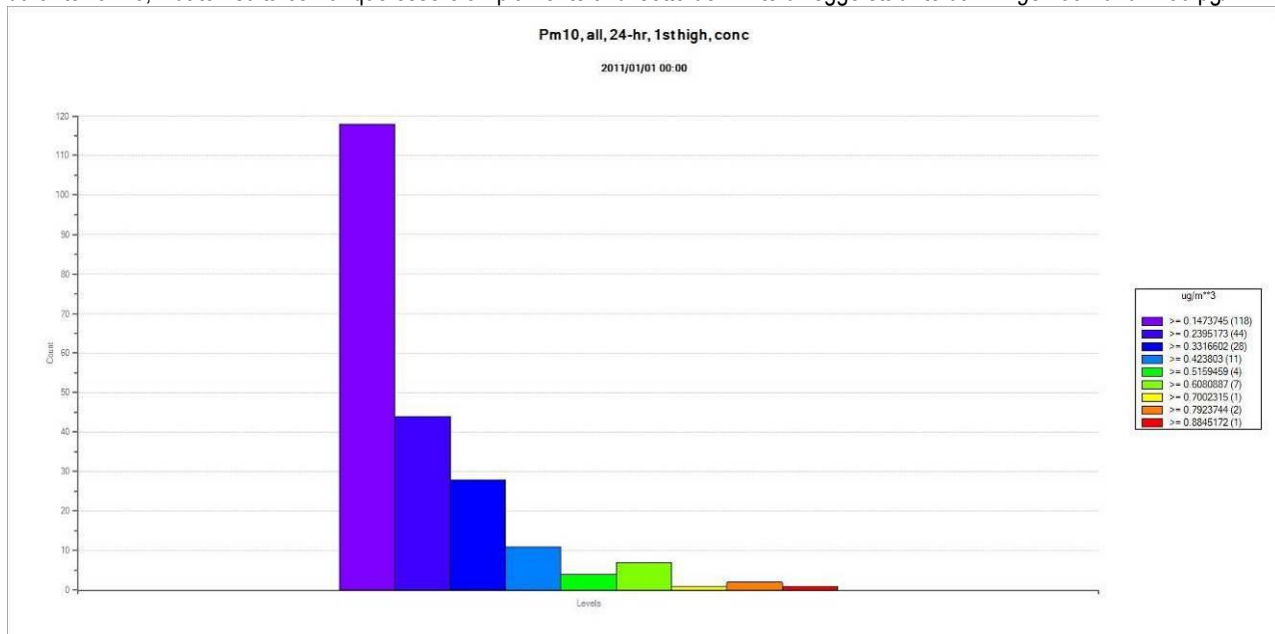
Allo stato gassoso, gli scarichi previsti su base annua sono:

- Fumi a camino: 435.493.682 Nm³
(a 128,4°C, 8,5%vol O₂, 12,50%vol H₂O)

Per i limiti proposti alle emissioni si rinvia a quanto riportato nel capitolo specifico.

14.3.1.1 Concentrazioni attese di PM₁₀

Le Tavole seguenti riportano i massimi di concentrazione, nell'anno di riferimento, dei valori medi giornalieri. Il valore massimo si registra in direzione NNW, a circa 1036 ml. dal punto di emissione, con un valore pari 0,977 µg/m³ registrato in un unico giorno durante l'anno; il dato risulta comunque essere ampiamente al di sotto del limite di legge stabilito dal *D.Lgs.155/2010* in 50 µg/m³.



Il grafico sopra riportato rappresenta la distribuzione della frequenza di accadimento, su base annua, dei valori medi giornalieri, stimati dal modello (valore/punti nel dominio territoriale). Tutti gli altri eventi sono scarsamente significativi.

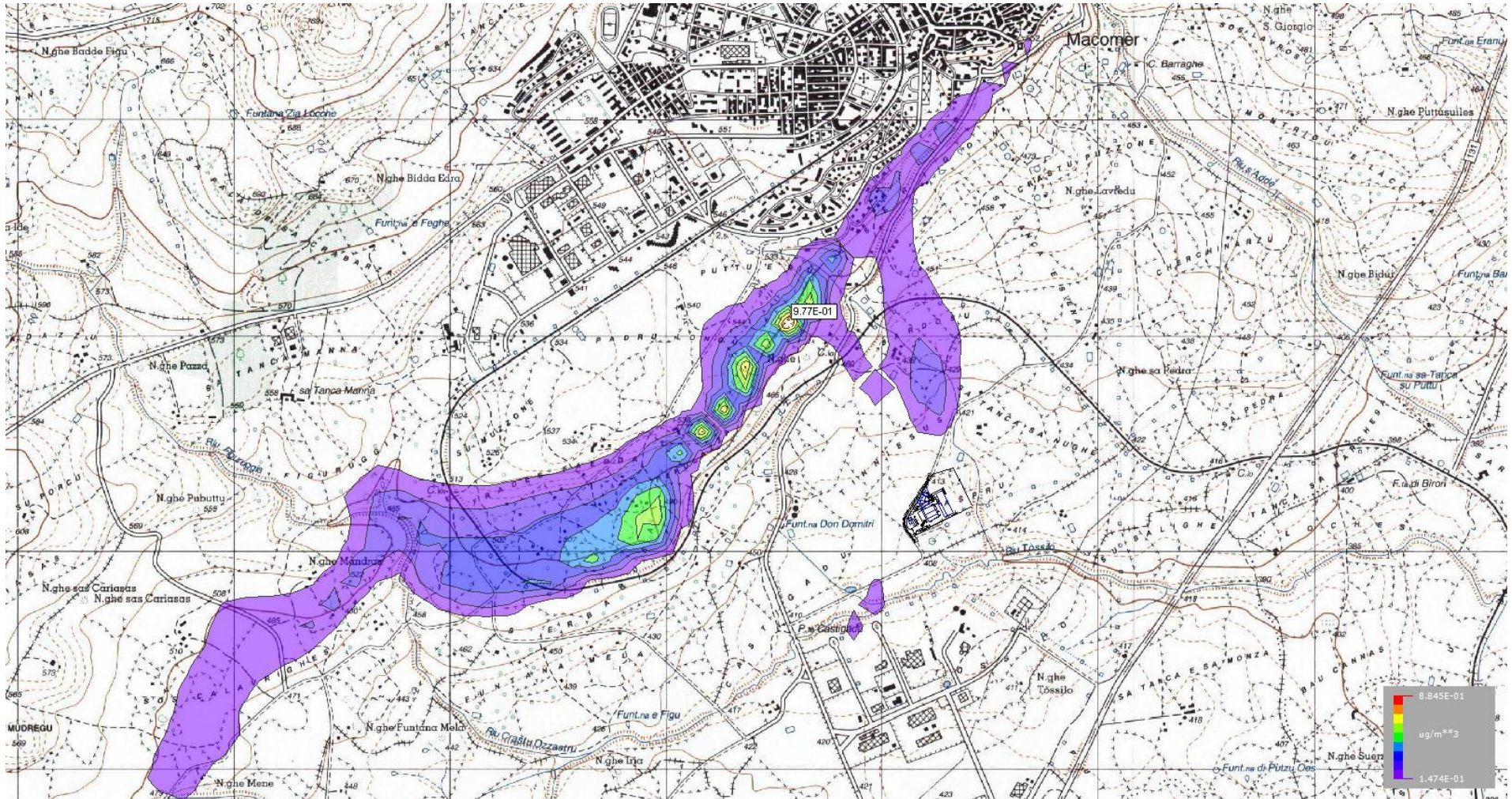
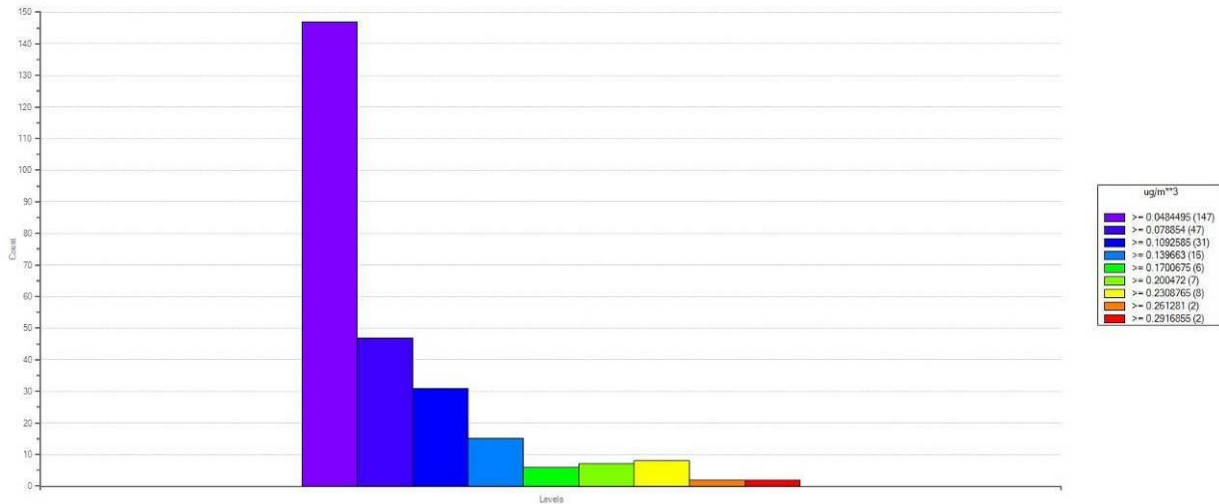


Figura 50 Valori massimi delle medie giornaliere PM₁₀ nell'anno di riferimento

Inoltre il modello ha stimato la media annua delle medie giornaliere, riportati nella tavola seguente.

Il valore massimo di detta media si registra sempre in direzione NNW , a circa 1004 ml con un valore pari $0,0387 \mu\text{g}/\text{m}^3$; il dato risulta comunque essere ampiamente al di sotto del limite di legge stabilito dal *D.Lgs. 155/2010* in $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$.



Il grafico sopra riportato rappresenta la distribuzione della frequenza di accadimento, su base annua, dei valori medi annui, stimati dal modello (valore/punti nel dominio territoriale). Tutti gli altri eventi sono scarsamente significativi.

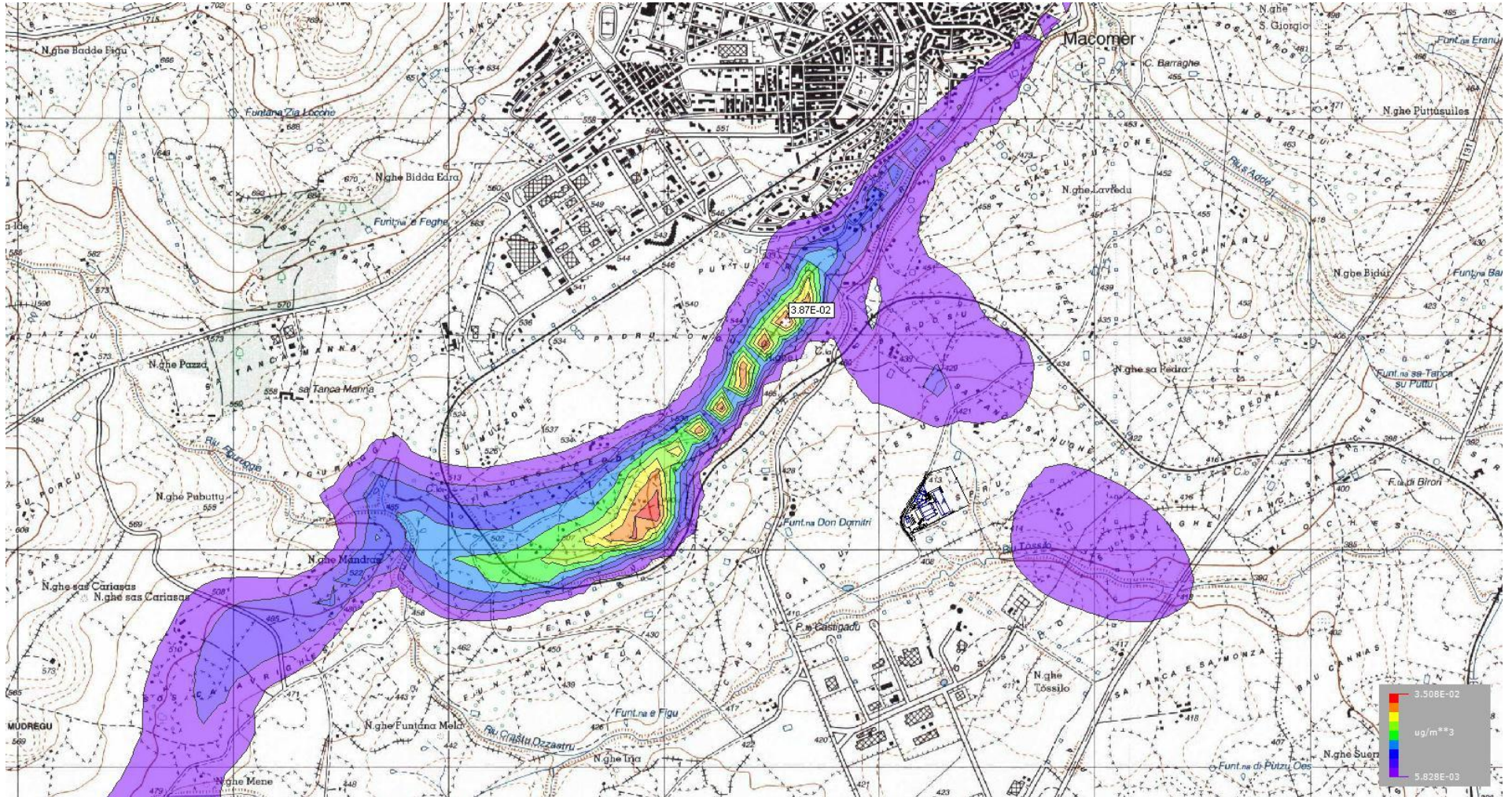
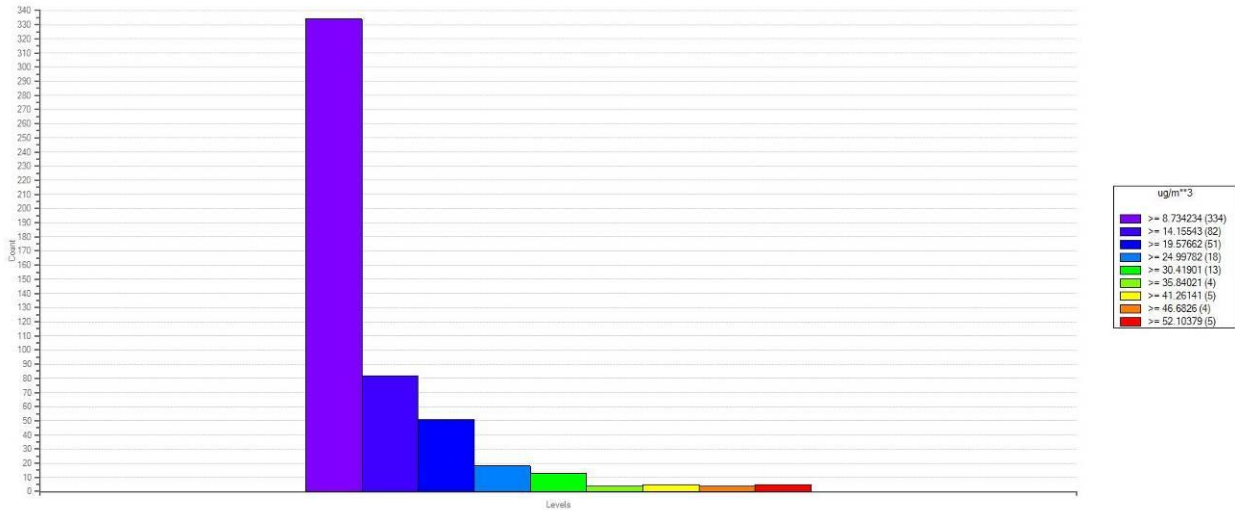


Figura 51 Valori medi annui dei PM₁₀ nell'anno di riferimento

14.3.1.2 Concentrazioni attese di NO_x

Le Tavole seguenti riportano i massimi di concentrazione, nell'anno di riferimento, dei valori medi orari.

Il valore massimo si registra in direzione NNW , a circa 972 ml. dal punto di emissione, con un valore pari **57,5 µg/m³** registrato in un unico giorno durante l'anno; il dato risulta comunque essere ampiamente al di sotto del limite di legge stabilito dal D.Lgs.155/2010 in 200 µg/m³.



Il grafico sopra riportato rappresenta la distribuzione della frequenza di accadimento, su base annua, dei valori medi orari, stimati dal modello (valore/punti nel dominio territoriale). Tutti gli altri eventi sono scarsamente significativi.

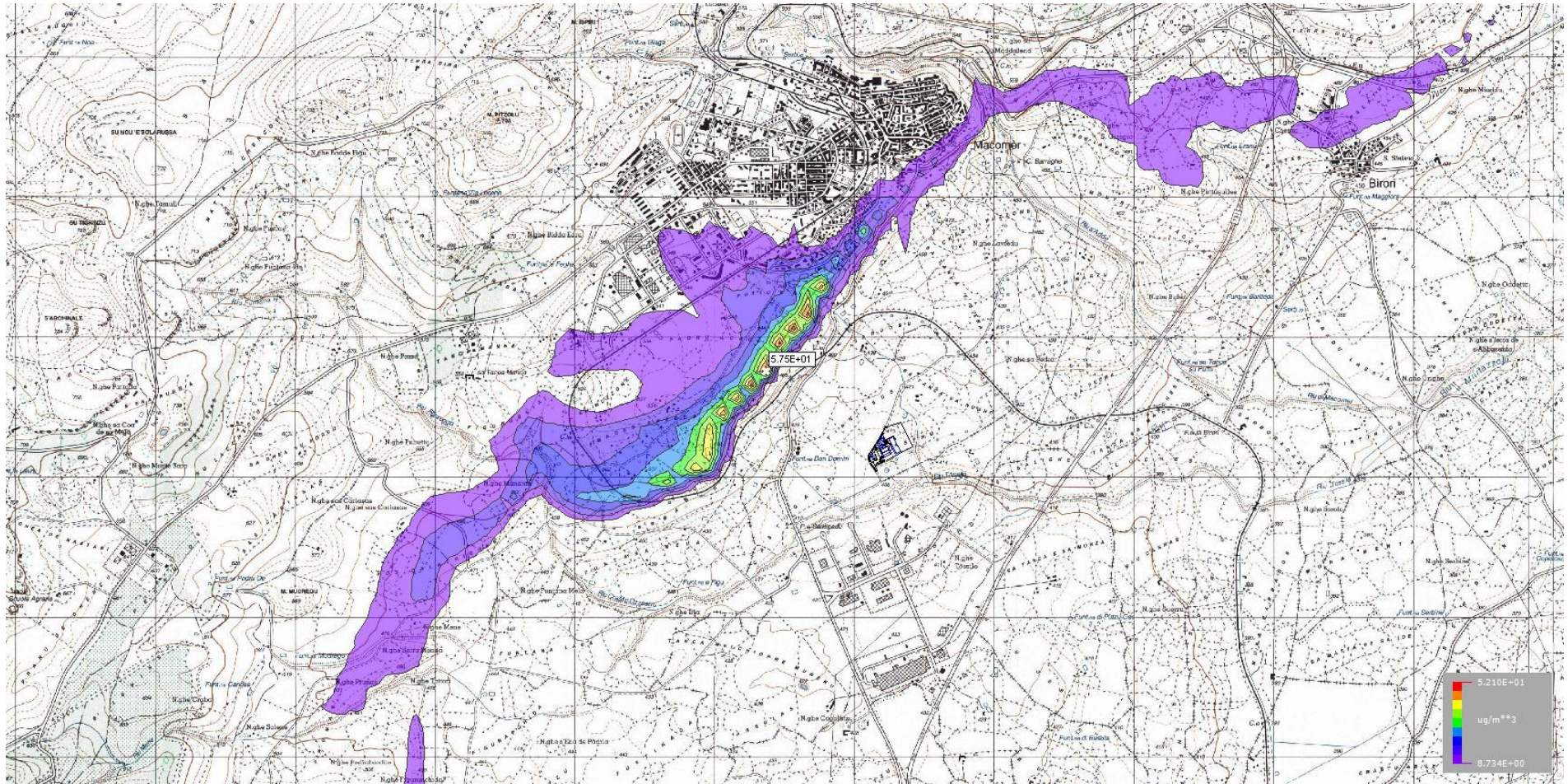
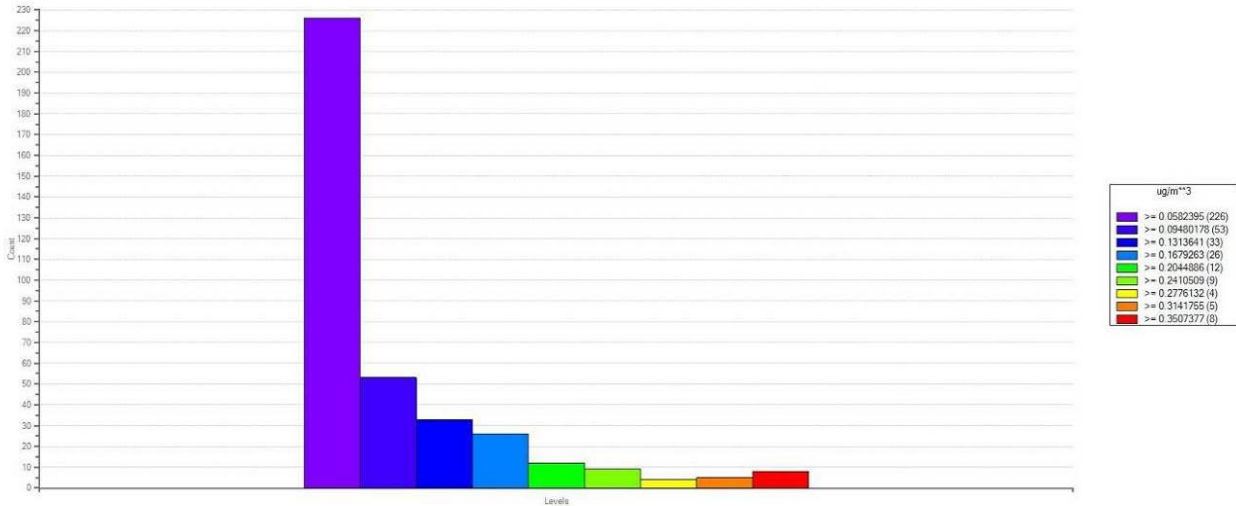


Figura 52 Valori massimi delle medie orarie NOx nell'anno di riferimento

Inoltre il modello ha stimato la media annua delle medie giornaliere, riportati nella tavola seguente.

Il valore massimo di dette medie giornaliere si registra sempre in direzione NNW , a circa 1046 ml con un valore pari **0,387.µg/m³**; il dato risulta comunque essere ampiamente al di sotto del limite di legge stabilito dal *D.Lgs.155/2010* in 40 µg/m³.



Il grafico sopra riportato rappresenta la distribuzione della frequenza di accadimento, su base annua, dei valori medi annui, stimati dal modello (valore/punti nel dominio territoriale). Tutti gli altri eventi sono scarsamente significativi.

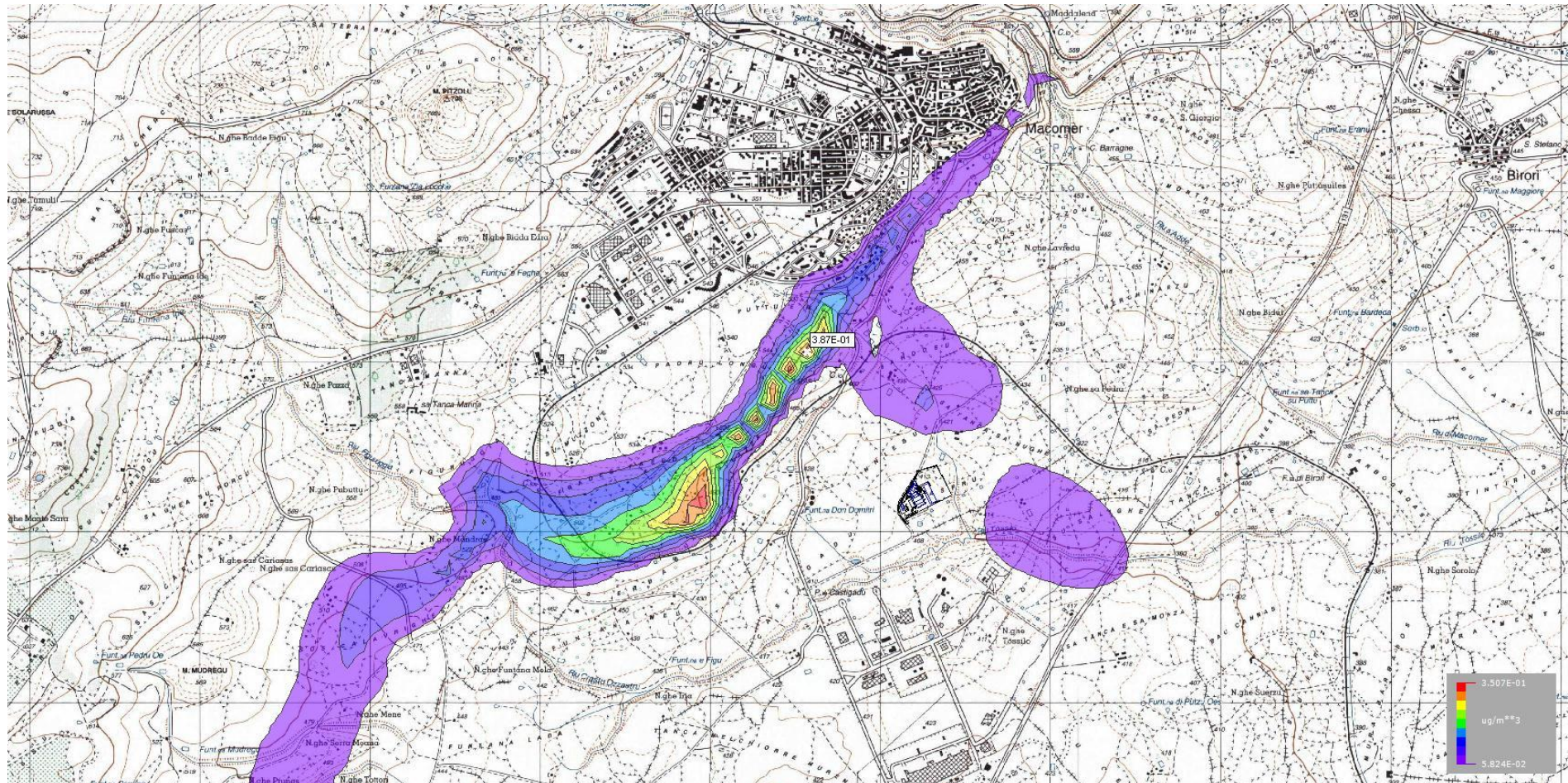
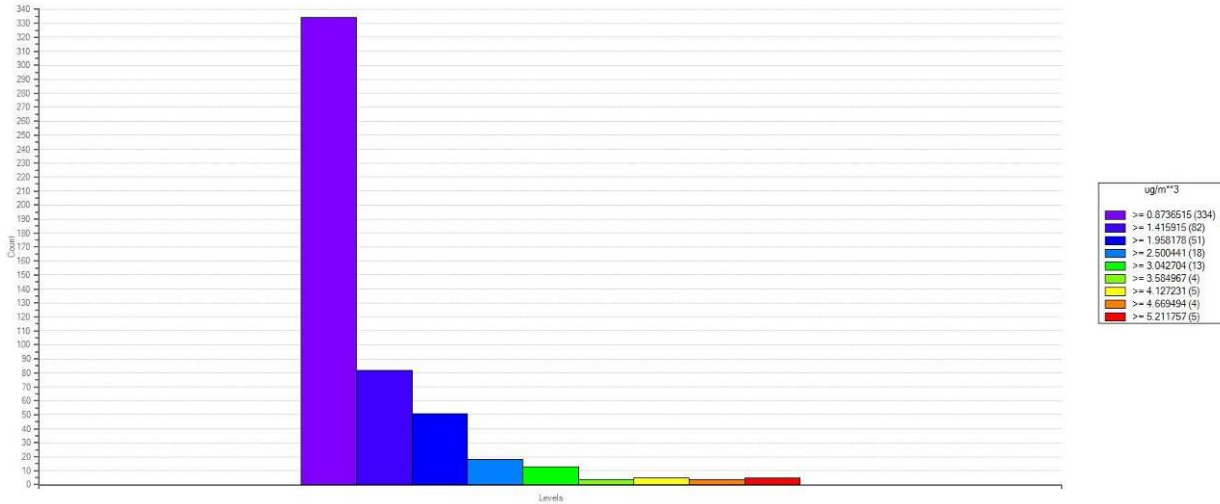


Figura 53 Valori medi annui degli NO_x, nell'anno di riferimento

14.3.1.3 Concentrazioni attese di SO₂

Le Tavole seguenti riportano i massimi di concentrazione, nell'anno di riferimento, dei valori medi orari.

Il valore massimo si registra in direzione NNW , a circa 974 ml. dal punto di emissione, con un valore pari **5,75 µg/m³** registrato in un unico giorno durante l'anno; il dato risulta comunque essere ampiamente al di sotto del limite di legge stabilito dal *D.Lgs.155/2010* in **350 µg/m³**.



Il grafico sopra riportato rappresenta la distribuzione della frequenza di accadimento dei valori medi annui, stimati dal modello (valore/punti nel dominio territoriale). Tutti gli altri eventi sono scarsamente significativi.

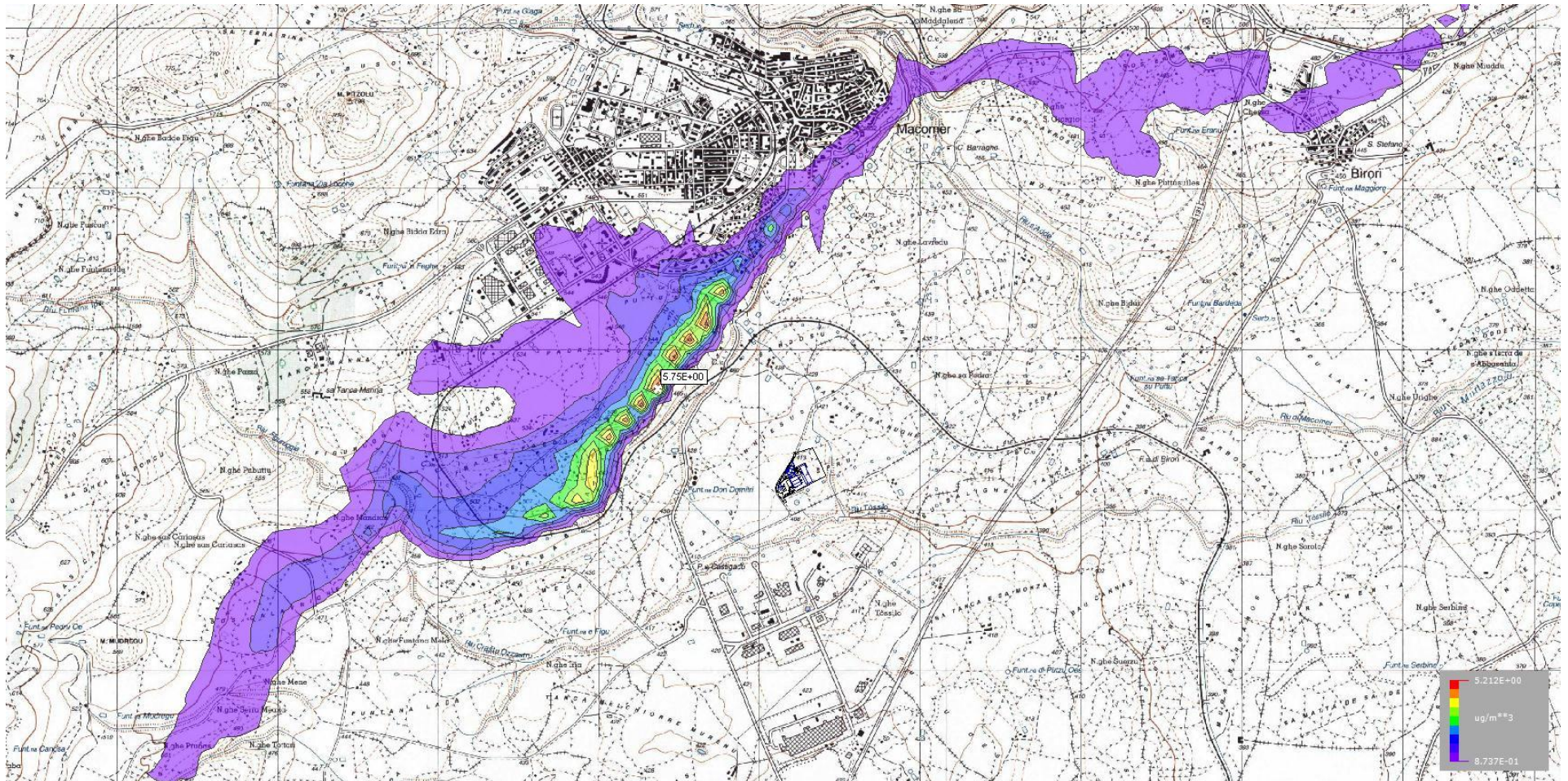
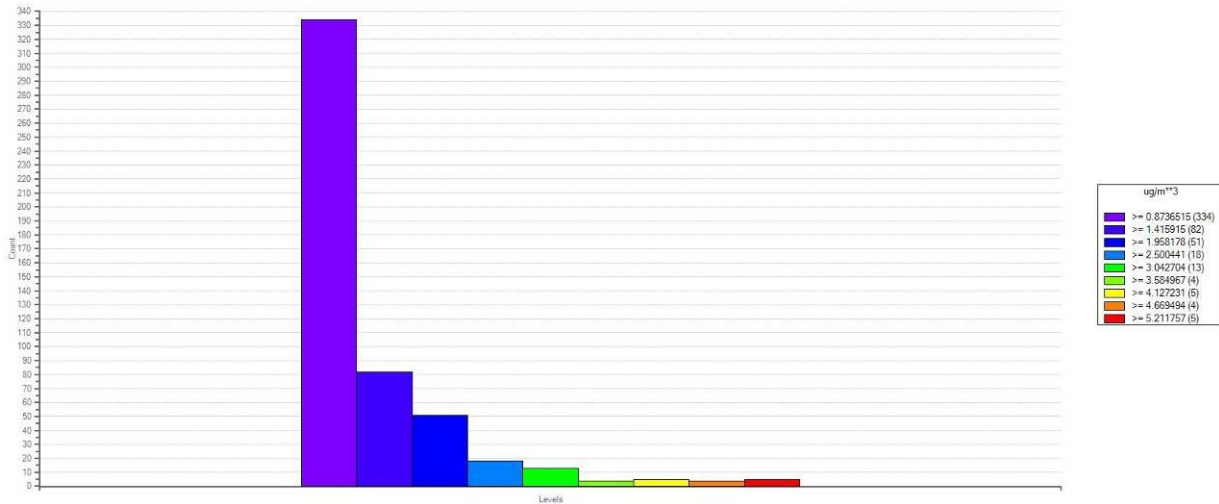


Figura 54 Massimi dei valori delle medie orarie SO₂ nell'anno di riferimento

Inoltre il modello ha stimato per lo stesso inquinante i massimi attesi dei valori medi giornalieri, riportati nella tavola seguente.

Il valore massimo di dette medie giornaliere si registra sempre in direzione NNW, a circa 1010 ml con un valore pari **0,977 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** ; il dato risulta comunque essere ampiamente al di sotto del limite di legge stabilito dal *D.Lgs.155/2010* in $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$.



Il grafico sopra riportato rappresenta la distribuzione della frequenza di accadimento, su base annua, dei valori medi giornalieri, stimati dal modello (valore/punti nel dominio territoriale). Tutti gli altri eventi sono scarsamente significativi.

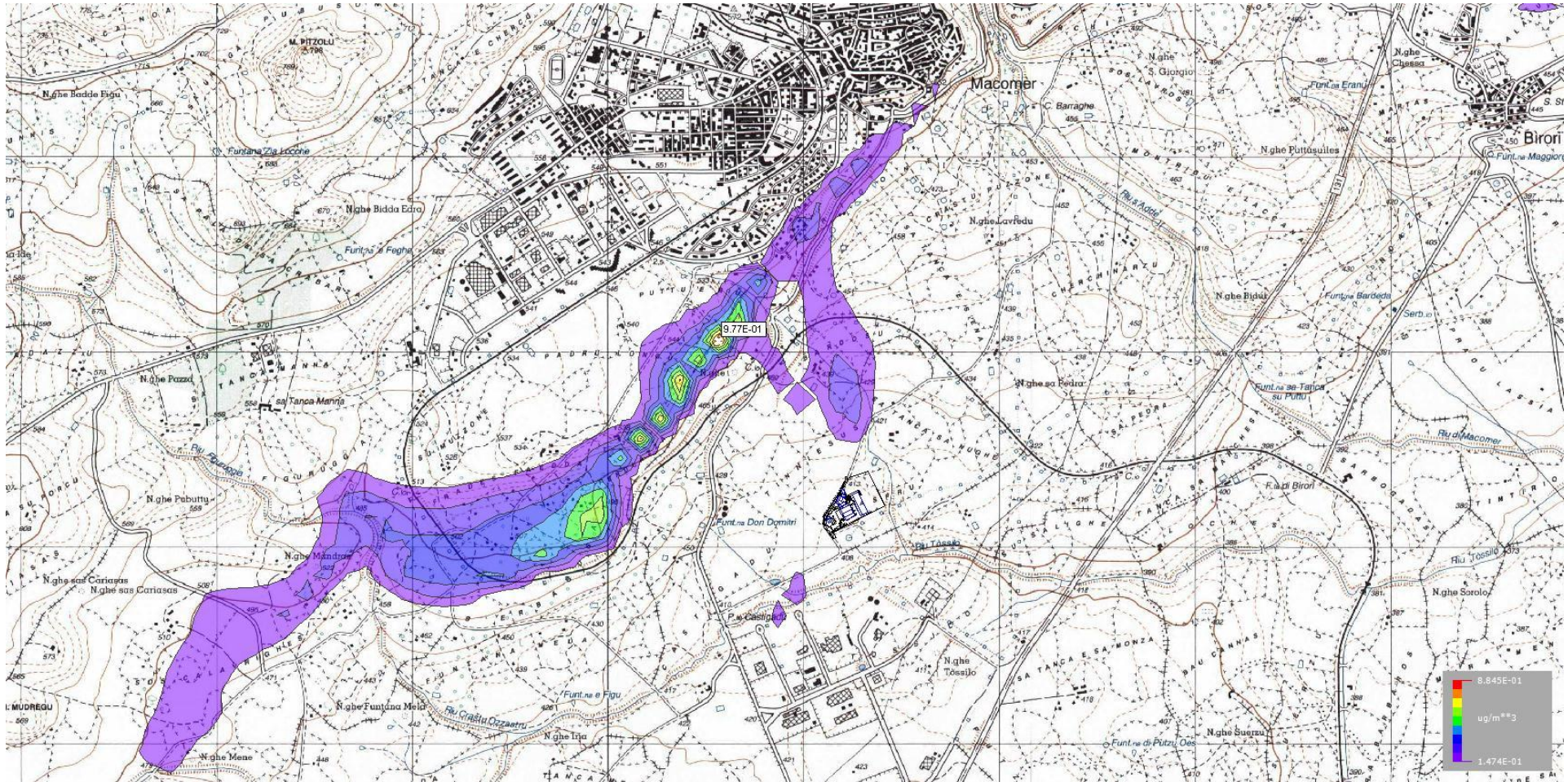


Figura 55 Massimi dei valori medi giornalieri degli SO₂ nell'anno di riferimento

Nella sovrapposizione degli effetti i dati sulla qualità dell'aria "attesa" stimati dalla modellistica diffusionale nell'esatta posizione della centralina di rilevamento, sono stati sommati agli omologhi dati misurati nello stesso anno di riferimento ,2011, presso la medesima stazione MACOMER CENMA1. Si tratta di una scelta obbligata in quanto è l'unica posizione geografica a disposizione della quale si conoscono i dati sulla qualità dell'aria.

Relativamente ai valori medi annui

Tali dati misurati da ARPAS sono stati aggregati in maniera tale da poter estrapolare i valori medi annui per gli NO₂ e le PM₁₀, inquinanti per i quali esistono limiti su base annua, al fine di poter effettuare la sommatoria degli effetti con gli omologhi valori stimati dal modello, per gli stessi inquinanti, relativamente ai dati su base annua, in linea con quanto previsto dalla normativa vigente. Tali valori sono stati quindi sommati con l'omologo contributo stimato da AERMOD e confrontati con quelli di legge determinandone l'incidenza attuale.

MACOMER CENMA1 Dati riepilogativi qualità dell'aria		Periodo	NO ₂	PM ₁₀
		anno 2011	medie annua sulle 24h µg/m ³	medie annua sulle 24h µg/m ³
valori medi annuali			7,04	16,91
limiti di legge			40	40
incidenza% nella fase "ante operam" su limiti di legge			17,60%	42,27%
valori stimati dal modello AERMOD su recettore (*)			0,10482	0,01048
sommatoria degli effetti			7,15	16,92
incidenza% nella fase "post operam" su limiti di legge			17,86%	42,30%

Tabella 15 Riepilogo dei valori medi annui misurati da ARPAS per gli NO₂ e PM₁₀ sommati alle stime di AERMOD

Come si evince dalla tabella sopra riportata, sommando i valori medi annuali direttamente misurati nella centralina CENMA1 con quelli omologhi, dovuti alla nuova linea, così come stimati dal modello, si ottiene un valore medio annuo di 7,15 µg/m³ (NO_x) e 16,92 µg/m³ (PM₁₀). Si tratta di valori ampiamente rispettosi dei limiti di legge e che non tengono conto, a favore della sicurezza, del fatto che i valori misurati direttamente nella centralina sono già influenzati dall'esercizio delle due attuali linee di incenerimento che verranno dismesse con l'avvio della nuova linea. Quindi è lecito attendersi un ulteriore miglioramento del quadro suesposto.

Relativamente ai valori giornalieri ed orari

Per gli SO₂

La normativa vigente fissa dei valori limite per i seguenti periodi di mediazione:

- 1 ora 350µg/m³ da non superare per più di 24 volte all'anno
- 1 giorno 125µg/m³ da non superare per più di 3 volte all'anno

Mediazione oraria

Dalle misurazioni dirette di ARPAS, anno 2011, è stato cautelativamente estrapolato il valore massimo orario registrato per detto inquinante nel corso dell'anno (rilevato in data 13/01/2011) pari a 15µg/m³. Tale valore viene cautelativamente assunto quale valore di fondo al quale è stato sommato l'omologo valore stimato da AERMOD, cioè il valore medio orario massimo "h" nel corso dell'anno di riferimento, per lo stesso inquinante e nello stesso punto geografico.

MACOMER CENMA1 Dati riepilogativi qualità dell'aria		Periodo	SO ₂
		anno 2011	valore max orario µg/m ³
valore di fondo assunto			15,59
limiti di legge			125
incidenza% nella fase "ante operam" su limiti di legge			12,47%
valori stimati dal modello AERMOD su recettore (*)			2,25477
sommatoria degli effetti			17,84
incidenza% nella fase "post operam" su limiti di legge			14,28%

Tabella 16 Valore max orario misurato da ARPAS per gli SO₂ sommato alla stima di AERMOD

Sommando il predetto valore medio orario direttamente misurato nella centralina CENMA1 con quello omologo, così come stimato dal modello, si ottiene un valore medio orario di 17,84 µg/m³ (SO₂). Si tratta di valore ampiamente rispettoso dei limiti di legge e che non tiene conto, anche in questo caso a favore della sicurezza, del fatto che il valore misurato direttamente nella centralina risulta già influenzato dall'esercizio delle due attuali linee di incenerimento che verranno dismesse con l'avvio della nuova linea. Quindi è lecito attendersi un ulteriore miglioramento del quadro suesposto.

Lo stato della qualità dell'aria così determinato evidenzia valori di incidenza percentuali per detto inquinante, rispetto ai corrispondenti valori limite per la qualità dell'aria, molto contenuti.

Mediazione giornaliera

Dalle misurazioni dirette di ARPAS, anno 2011, è stato estrapolato il valore massimo delle medie giornaliere registrato per detto inquinante nel corso dell'anno (rilevato in data 11/06/2011) pari a $9,53 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Anche tale valore viene cautelativamente assunto quale valore di fondo cui è stato sommato l'omologo valore stimato da AERMOD, cioè il valore massimo delle medie giornaliere "atteso" nel corso dell'anno, per lo stesso inquinante e nello stesso punto geografico.

MACOMER CENMA1		Periodo	SO ₂	
Dati riepilogativi qualità dell'aria			valore max giornaliero	
		anno 2011	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	
valore di fondo assunto			9,53	
limiti di legge			350	
incidenza% nella fase "ante operam" su limiti di legge			2,72%	
valori stimati dal modello AERMOD su recettore (*)			0,11474	
sommatoria degli effetti			9,64	
incidenza% nella fase "post operam" su limiti di legge			2,76%	

Tabella 17 Valore max giornaliero misurato da ARPAS per gli SO₂ sommato alla stima di AERMOD

Sommando il predetto valore medio giornaliero direttamente misurato nella centralina CENMA1 con quello omologo, così come stimato dal modello, si ottiene un valore medio giornaliero di $9,64 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (SO₂). Si tratta, anche in questo caso, di valore ampiamente rispettoso dei limiti di legge e che non tiene conto, a favore della sicurezza, del fatto che il valore misurato direttamente nella centralina risulta già influenzato dall'esercizio delle due attuali linee di incenerimento che verranno dismesse con l'avvio della nuova linea. Quindi è lecito attendersi un ulteriore miglioramento del quadro suesposto.

Lo stato della qualità dell'aria così determinato evidenzia valori di incidenza percentuali per detto inquinante, rispetto ai corrispondenti valori limite per la qualità dell'aria, molto contenuti.

Per gli NO₂

La normativa vigente fissa dei valori limite per i seguenti periodi di mediazione:

- 1 ora $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ da non superare per più di 24 volte all'anno

Mediazione oraria

Dalle misurazioni dirette di ARPAS, anno 2011, è stato estrapolato il valore massimo orario registrato per detto inquinante nel corso dell'anno (rilevato in data 23/12/2011) pari a $98,76 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Tale valore viene cautelativamente assunto quale valore di fondo cui è stato sommato l'omologo valore stimato da AERMOD, cioè il valore massimo orario "atteso" nel corso dell'anno, per lo stesso inquinante e nello stesso punto geografico.

MACOMER CENMA1		Periodo	NO ₂	
Dati riepilogativi qualità dell'aria			valore max orario	
		anno 2011	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	
valore di fondo assunto			98,76	
limiti di legge			200	
incidenza% nella fase "ante operam" su limiti di legge			49,38%	
valori stimati dal modello AERMOD su recettore (*)			22,54177	
sommatoria degli effetti			121,30	
incidenza% nella fase "post operam" su limiti di legge			60,65%	

Tabella 18 Valore max orario misurato da ARPAS per gli NO₂ sommato alla stima di AERMOD

Lo stato della qualità dell'aria così determinato evidenzia valori di incidenza percentuali per detto inquinante, rispetto ai corrispondenti valori limite per la qualità dell'aria, molto contenuti.

Si ricorda ancora una volta che cautelativamente:

- i valori di fondo assunti non tengono conto del fatto che le due attuali linee di incenerimento verranno dismesse in fase di avvio della nuova linea;
- che quale valore di fondo è stato assunto il valore massimo orario registrato nella stazione ARPAS nell'arco dell'intero anno di riferimento

Per le PM₁₀

n°	Data	µg/m ³
1	17/09/2011	100,41
2	06/02/2011	79,41
3	02/09/2011	77,29
4	16/11/2011	69,76
5	13/09/2011	67,34
6	03/09/2011	66,40
7	05/02/2011	62,31
8	08/09/2011	55,82
9	15/09/2011	52,73
10	07/09/2011	52,24
11	12/09/2011	47,74

La normativa vigente fissa dei valori limite per i seguenti periodi di mediazione:

- 1 giorno 50µg/m³ da non superare per più di 35 volte all'anno

Come già precedentemente evidenziato, dalle misurazioni dirette di ARPAS, anno 2011, risultano 10 superamenti del predetto valore limite della qualità dell'aria, come risulta dalla seguente tabella:

Da detta tabella è stato estrapolato il valore massimo rientrante nei limiti normativi, corrispondente all'11^{mo} valore di detta tabella, che non rappresenta un superamento.

Tale valore è stato cautelativamente assunto quale valore di fondo cui è stato sommato l'omologo valore stimato da AERMOD, cioè il valore massimo giornaliero "atteso" nel corso dell'anno, per lo stesso inquinante e nello stesso punto geografico.




MACOMER CENMA1		Periodo	PM ₁₀
Dati riepilogativi qualità dell'aria		anno 2011	valore max giornaliero al netto dei superamenti
valore di fondo assunto			µg/m ³ 47,74
limiti di legge			50
incidenza% nella fase "ante operam" su limiti di legge			95,48%
valori stimati dal modello AERMOD su recettore (*)			0,11474
 sommatoria degli effetti			47,85
incidenza% nella fase "post operam" su limiti di legge			95,71%

Tabella 19 Valore max giornaliero misurato da ARPAS per le PM₁₀ sommato alla stima di AERMOD

Si evidenzia come il contributo del nuovo impianto in termini di valore medio giornaliero di concentrazioni di PM₁₀, pari a 0,11µg/m³, rappresenti solo lo 0,02% di incidenza sul valore limite di legge.

Si ricorda ancora una volta che cautelativamente:

- i valori di fondo assunti non tengono conto del fatto che le due attuali linee di incenerimento verranno dismesse in fase di avvio della nuova linea;
- che quale valore di fondo è stato assunto il 1° valore massimo giornaliero di non superamento dei limiti di qualità dell'aria registrato nella stazione ARPAS nell'arco dell'intero anno di riferimento.

	REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
S.I.A. - Quadro di riferimento progettuale		PAG. 151/154	

14.4 EMISSIONI ACUSTICHE

Rispetto ad altri tipi di inquinamento, l'inquinamento acustico presenta caratteri particolari dei quali è necessario tenere conto. Innanzitutto, tale forma di inquinamento è temporaneamente labile: in termini fisici esso non ha possibilità di accumulo e scompare non appena cessa di agire la causa che l'ha determinato (anche se, da un punto di vista psicofisico, le sue conseguenze possono cumularsi).

Esso è, inoltre, spazialmente indeterminato in quanto si distribuisce nello spazio in funzione dei movimenti delle sorgenti che lo generano e delle caratteristiche del mezzo di propagazione (l'atmosfera). Mentre altre forme di inquinamento non sono direttamente percepite a livello soggettivo e devono pertanto essere sottoposte ad un controllo specifico, l'inquinamento acustico appartiene alla classe dei fenomeni immediatamente percepiti da chi vi sia sottoposto.

Per questi motivi, il problema spesso acquista rilevanti connotazioni sociologiche in quanto la reattività collettiva al fenomeno non è mai completamente determinata a priori, in quanto connessa ai più diversi stati di tensione e di conflitto in atto.

Nello studio predisposto è stata elaborata anche una specifica analisi modellistica diffusionale del rumore. I risultati della modellistica diffusionale dell'impatto acustico sono riferiti al futuro *Impianto* in fase di esercizio, che nella sua configurazione finale prevede:

- dismissione due linee di termovalorizzazione attuali;
- esercizio nuova linea di termovalorizzazione
- esercizio dell'impianto di pretrattamento dei RU
- esercizio dell'impianto di compostaggio.

La valutazione della potenza sonora delle principali apparecchiature è stata effettuata sulla base delle specifiche tecniche di acquisto delle diverse apparecchiature.

Le emissioni sonore, nella nuova configurazione impiantistica a seguito degli interventi di progetto, sono principalmente riconducibili alle seguenti componenti elettromeccaniche:



Ventilatori aria primaria, secondaria, estrazione e ricircolo fumi

- Turbina
- Carriponte
- Sistema per trasporto polveri, PSR, eccetera
- Sistema di estrazione scorie e ceneri pesanti
- Centrale di Compressione aria per strumenti e servizi
- Condensatore ad aria
- Mulini bicarbonato
- Pompe di ricircolo/rilancio
- Ventilatore di coda
- Vagli, nastri, trituratori e deferrizzatori, cicloni, eccetera

L'approccio progettuale relativamente agli aspetti connessi con le sorgenti sonore è stato quello di abbattere le emissioni sonore alla fonte, garantendo, come previsto dalla legislazione, la salubrità degli ambienti di lavoro e di conseguenza di evitare emissioni sonore nell'ambiente esterno.

I provvedimenti adottati tesi a controllare le fonti di emissione sono così sintetizzabili:

- adeguata allocazione delle macchine
- cofanatura delle macchine più rumorose
- edificio di contenimento con adeguate caratteristiche acustiche
- macchine a bassa rumorosità
- silenziatori
- sistemi antivibranti

	REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	S.I.A. - Quadro di riferimento progettuale	PAG. 152/154	

Per quanto riguarda le emissioni acustiche, degli elementi più significativi quali turbina e condensatore ad aria, si evidenzia che la prima è insonorizzata mediante idonea tamponatura e posta dentro un fabbricato, il secondo è all'aperto. La pressione acustica generata dal condensatore prescelto a 1 metro di distanza e 1,5 metri di quota dal piano campagna, sarà minore o uguale ai 80 ± 2 dB(A).

Tutte le fonti sopracitate sono quindi caratterizzate da accorgimenti vari finalizzati a limitare i rumori (giunti antivibranti, cofanature, basso numero di giri dei motori, eccetera), e quindi forniscono un contributo molto modesto ai livelli sonori di fondo, sia internamente agli impianti che nell'ambiente esterno e soprattutto rispetto ai recettori individuati.

La massima attenzione è stata prevista in fase di progetto rispetto ai problemi della riduzione della rumorosità nell'ambiente di lavoro. L'obiettivo acustico a cui si vuole tendere è quello di ottenere in corrispondenza delle zone di lavoro degli addetti, livelli sonori medi sulle otto ore lavorative inferiori ai valori di cui alle vigenti norme per effetto del funzionamento di tutte le sorgenti in attività simultanea. Per l'attenuazione dell'inquinamento acustico nell'ambiente di lavoro e conseguentemente nell'area esterna all'impianto sono state adottate, come già accennato, varie scelte progettuali. I provvedimenti sono così sintetizzabili:

- Per il ventilatore sono stati considerati seguenti accorgimenti:
 - scelta di macchine con velocità di rotazione relativamente limitata
 - posizionamento su basamenti di cemento armato sufficientemente grossi da limitare l'ampiezza delle vibrazioni
 - uso di giunti flessibili
 - insonorizzazione dedicata con rivestimento pareti interne con lana di roccia fonoassorbente e lamierino di alluminio
 - taglio del pavimento per evitare rumori indotti dalle vibrazioni del suolo
 - porte tamburate fonoassorbenti
 - griglie fonoassorbenti per la presa d'aria esterna
 - insonorizzazione del canale di presa del ventilatore per il ricambio dell'aria ambiente, attuata con rivestimento fonoassorbente

- Per i macchinari di lavorazione dei rifiuti e derivati sono stati considerati uno o più dei seguenti interventi:
 - utilizzo di apparecchiature intrinsecamente silenziose
 - uso di rivestimenti e carenature
 - posizionamento su supporti antivibranti e/o lubrificati
 - completa pannellatura di apparecchiature

Il complesso degli accorgimenti adottati ha portato, a seguito della simulazione modellistica diffusionale, a valutare un impatto scarsamente significativo per quanto concerne la componente in questione.

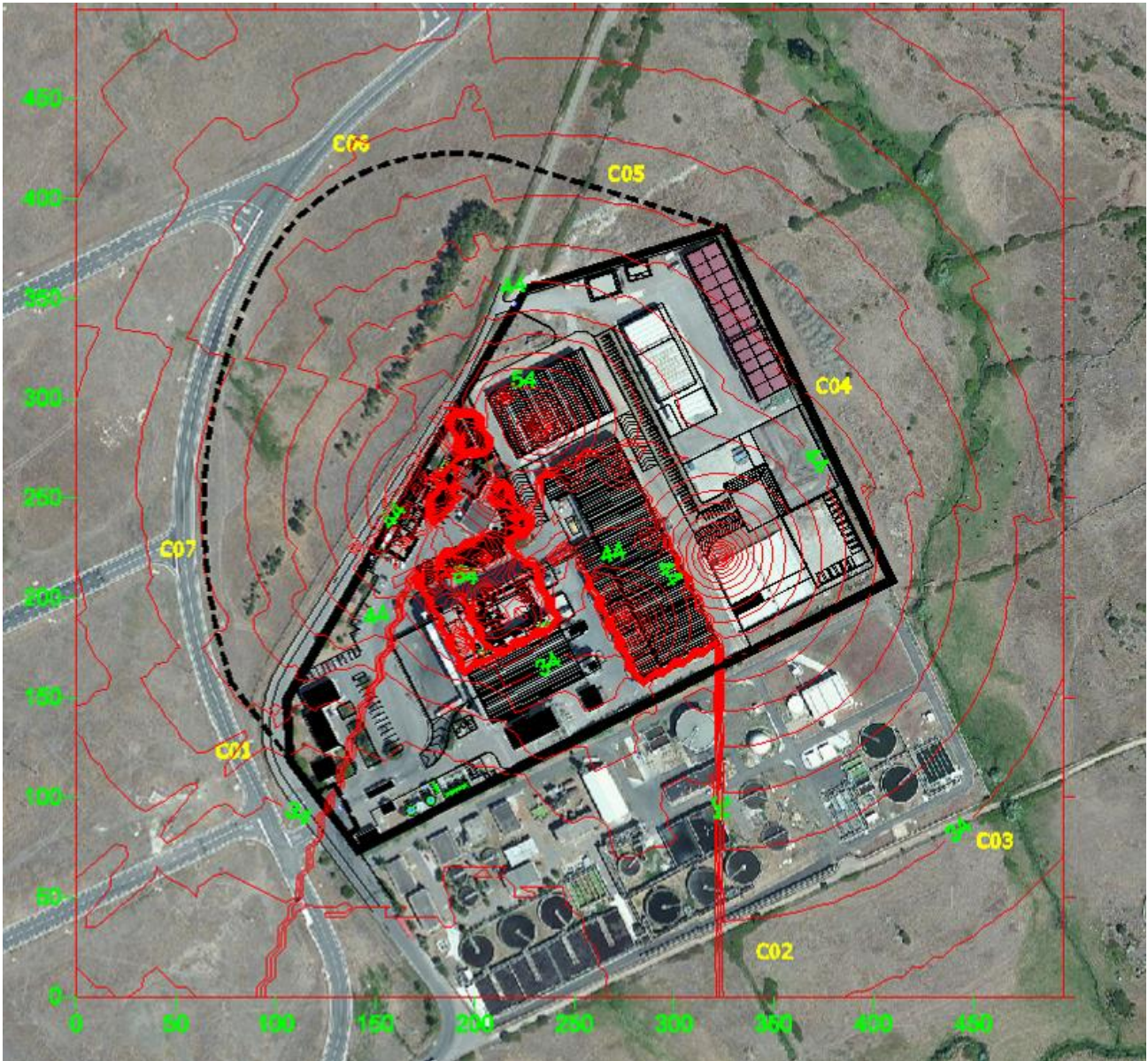




Figura 56 Emissioni sonore dell'impianto nella sua nuova configurazione_Curve di isoconcentrazione

	REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
S.I.A. - Quadro di riferimento progettuale		PAG. 154/154	

15. ATTIVITÀ DI MONITORAGGIO

Per monitoraggio ambientale si intende l'insieme dei controlli, effettuati periodicamente o in maniera continua, attraverso la rilevazione e misurazione nel tempo, di determinati parametri biologici, chimici e fisici che caratterizzano le componenti ambientali impattate dalla realizzazione e/o dall'esercizio delle opere.

Scopo del monitoraggio ambientale è la verifica sistematica dei livelli di qualità dei comparti ambientali potenzialmente interessati dall'esercizio dell'impianto di termovalorizzazione.

Al fine di garantire un monitoraggio efficiente, è stata redatta una bozza di proposta di Piano di Monitoraggio Ambientale (PMA), seguendo le indicazioni degli Allegati I e II al D.M. 31/01/05 – *“Linee Guida recanti i criteri per l'individuazione e l'utilizzazione delle migliori tecniche disponibili, in materia di sistemi di monitoraggio”*.

Il PMA proposto sarà successivamente sviluppato in fase autorizzativa di concerto con gli Enti preposti al controllo.

Inoltre nel documento RELAZIONE TECNICA SPECIALISTICA_SISTEMA DI SICUREZZA PER ESERCIZIO allegato al progetto definitivo oggetto di pronuncia di compatibilità ambientale sono state analizzate tutte le potenziali fasi di rischio per il personale addetto, le necessarie verifiche e monitoraggio necessarie a minimizzare ogni possibile rischio in fase gestionale.