

Regione autonoma della Sardegna
(Provincia di Nuoro)



Comune di Macomer

CONSORZIO PER LA ZONA INDUSTRIALE DI MACOMER

GARA PER LA REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO

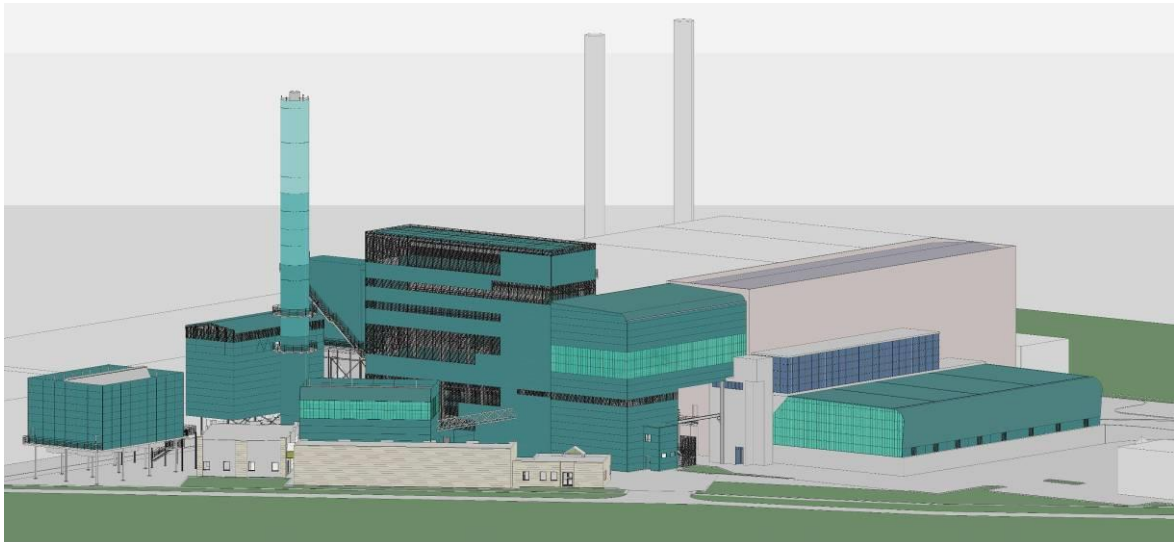
ATI: **AREAIMPIANTI** - **MONSUD S.p.A.**



Progettista incaricato:





PROGETTO DEFINITIVO DI GARA



RELAZIONE GENERALE

B.1

	GARA PER LA REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSIOLO	REV. 0	
	Relazione generale	PAG. II/299	

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: G117FMRR702.00			N° ALLEGATO: B.1		
0	12/09/2011	EMISSIONE	silenzi	martino	martino
1					
2					
3					
4					
<i>revisione</i>	<i>data</i>	<i>descrizione</i>	<i>redatto</i>	<i>controllato</i>	<i>approvato</i>

	GARA PER LA REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	Relazione generale	PAG. 3/299	

INDICE



1.	CONTENUTI DELLA RELAZIONE GENERALE	11
2.	FILOSOFIA DI PROGETTO	11
3.	STRUTTURA DEL PROGETTO	12
4.	LOCALIZZAZIONE DELL'IMPIANTO	27
5.	ALLESTIMENTO GENERALE DELL'AREA: AREE DI CANTIERE E PREPARAZIONE DEL SITO	31
5.1	PREDISPOSIZIONE AREA DI CANTIERE	32
5.2	FASE REALIZZATIVA	33
5.2.1	<i>Preparazione del sito</i>	<i>36</i>
5.2.1	<i>Fasi successive del cantiere.....</i>	<i>37</i>
6.	DESCRIZIONE DEL PROCESSO	38
7.	RICEVIMENTO, STOCCAGGIO E MOVIMENTAZIONE RIFIUTI.....	43
7.1	ALIMENTAZIONE, MONITORAGGIO E STOCCAGGIO RIFIUTI	43
7.1.1	<i>Rilevatore di Radioattività</i>	<i>43</i>
7.2	SEZIONE DI STOCCAGGIO	48
7.2.1	<i>Sistema di controllo e deodorizzazione arie esauste</i>	<i>49</i>
7.2.2	<i>Sistema di ricezione e stoccaggio dei rifiuti</i>	<i>50</i>
7.3	SISTEMA DI DEFERRIZZAZIONE DELLE SCORIE	56
7.4	SISTEMA DI ALIMENTAZIONE DEI RIFIUTI SANITARI ALLA COMBUSTIONE	59
7.5	SEZIONE DI COMBUSTIONE	61
7.5.1	<i>Sistema di combustione.....</i>	<i>61</i>
7.5.2	<i>Sistema idraulico per movimento cilindri</i>	<i>63</i>
7.5.3	<i>Sistema aria primaria</i>	<i>64</i>
7.5.4	<i>Sistema aria secondaria.....</i>	<i>66</i>
7.5.5	<i>Ricircolo fumi</i>	<i>68</i>
8.	SISTEMA DI PRODUZIONE VAPORE.....	69
8.1	STANDARD E NORME APPLICABILI	69
8.2	RIEPILOGO DIMENSIONAMENTI DEL GENERATORE DI VAPORE.....	69
8.3	SEZIONE RADIANTE DEL GENERATORE DI VAPORE	70
8.4	SEZIONE CONVETTIVA	72
8.4.2	<i>Corpo cilindrico</i>	<i>79</i>
8.4.3	<i>Scambiatore esterno.....</i>	<i>80</i>
8.4.4	<i>Struttura di supporto</i>	<i>80</i>
8.4.5	<i>Isolamento termico.....</i>	<i>80</i>
8.4.6	<i>Rivestimento esterno</i>	<i>80</i>
8.4.7	<i>Ausiliari di caldaia.....</i>	<i>80</i>
9.	SEZIONE CICLO TERMICO E RECUPERO ENERGETICO.....	85
9.1	TURBINA A VAPORE.....	86
9.2	GENERATORE ELETTRICO	97
9.3	CONDENSAZIONE E ALIMENTO DEL VAPORE	105
9.3.1	<i>Criteri generali di progettazione della componente</i>	<i>105</i>
9.3.2	<i>Perdite di carico lato aria.....</i>	<i>107</i>
9.3.3	<i>Trasmissione</i>	<i>108</i>
9.3.4	<i>Motori elettrici.....</i>	<i>108</i>
9.3.5	<i>Anello del ventilatore.....</i>	<i>108</i>

	GARA PER LA REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	Relazione generale	PAG. 4/299	

9.3.6	Struttura di sostegno gruppo ventilatore	108
9.3.7	Struttura di sostegno	108
9.3.8	Descrizione del sistema di condensazione	113
9.3.9	Pompe alimento caldaia	117
9.3.10	Gru a ponte di servizio al turboalternatore e gruppo pompe.....	118
10.	ARCHITETTURA DELLA LINEA FUMI DELL'IMPIANTO IN PROGETTO	121
10.1	DESCRIZIONE SOMMARIA DEI COMPONENTI LA LINEA FUMI	122
10.1.1	Precipitatore elettrostatico (ELF).....	123
10.1.2	Reattore di neutralizzazione.....	124
10.1.3	Iniezione dei carboni attivi per l'abbattimento metalli pesanti e microinquinanti organici	125
10.1.4	Filtro a maniche (FLM)	127
10.1.5	Scambiatore fumi –vapore (SC).....	129
10.1.6	DeNOx DeDioxin catalitico (SCR)	130
10.1.7	Scambiatore fumi – condensa (PC).....	132
10.1.8	Ventilatore di estrazione fumi	132
10.1.9	Camino	133
10.2	STOCCAGGIO REAGENTI	136
10.2.1	Stoccaggio Bicarbonato di Sodio e Carboni Attivi	136
10.2.2	Stoccaggio Soluzione di ammoniacca al 25 %.....	136
10.3	STOCCAGGIO RESIDUI SOLIDI	138
10.3.1	Stoccaggio ceneri leggere provenienti dall'elettrofiltro e dalla caldaia	138
10.3.2	Stoccaggio prodotti solidi di reazione	138
11.	VALORI LIMITE GARANTITI E ATTESI	139
12.	SISTEMA DI INERTIZZAZIONE DELLE CENERI LEGGERE	142
13.	CARATTERISTICHE TECNICHE DEI PRINCIPALI COMPONENTI DELLA LINEA FUMI.....	145
13.1.1	Elettrofiltro	145
13.1.2	Reattore di assorbimento a secco	147
13.1.3	Sistema di stoccaggio bicarbonato	148
13.1.4	Sistema di dosaggio e trasporto bicarbonato	149
13.1.5	Sistema di stoccaggio carbone attivo.....	150
13.1.6	Sistema di dosaggio e trasporto carbone attivo	151
13.1.7	Filtro a maniche.....	152
13.1.8	Sistema di preriscaldamento dei filtri a maniche.....	153
13.1.9	Sistema di trasporto delle ceneri leggere (da caldaia ed elettrofiltro).....	153
13.1.10	Sistema di trasporto dei prodotti solidi residui.....	154
13.1.11	Sistema stoccaggio ceneri leggere (da caldaia ed elettrofiltro)	155
13.1.12	Sistema stoccaggio prodotti solidi residui (da filtro a maniche)	156
13.1.13	Sistema di scarico e stoccaggio NH ₄ OH.....	157
13.1.14	Sistema di alimentazione ed iniezione NH ₄ OH	158
13.1.15	Scambiatore fumi-condense.....	159
13.1.16	Reattore e catalizzatore (SCR).....	159
13.2	CONDOTTI FUMI.....	161
14.	IMPIANTI ELETTRICI.....	162
14.1	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	162
14.2	INDIVIDUAZIONE DEI LUOGHI E LORO DESTINAZIONE	162
14.2.1	Individuazione degli ambienti	162
14.2.2	classificazione degli ambienti.....	162
14.3	DESCRIZIONE GENERALE DELL'IMPIANTO ELETTRICO E SPECIALI.....	162
14.3.1	Arrivo linea MT.....	162

14.4	GENERATORE ELETTRICO MT	162
14.5	TRASFORMAZIONE MT/BT	163
14.6	GRUPPO ELETTROGENO	163
14.6.1	<i>UPS</i>	163
14.6.2	<i>Quadri elettrici MT</i>	163
14.6.3	<i>Quadri elettrici BT</i>	164
14.6.4	<i>Distribuzione elettrica FM</i>	164
14.6.5	<i>Illuminazione</i>	164
14.7	IMPIANTO ELETTRICO DI TERRA	166
14.8	IMPIANTO DI RIVELAZIONE INCENDI	166
14.9	IMPIANTO DI DIFFUSIONE SONORA	167
14.10	LINEE ELETTRICHE DI CABLAGGIO UTENZE IN CAMPO VERSO IL SISTEMA DI CONTROLLO (DCS) 168	
14.11	PULSANTIERE LOCALI PER COMANDO IMPIANTI	168
14.12	CIRCUITI PER IL SEZIONAMENTO IN CASO DI EMERGENZA	168
14.13	SOLUZIONI PER L'EFFICIENZA ENERGETICA	169
14.14	IMPIANTI ELETTRICI PROVVISORI DI CANTIERE	169
14.15	STRUTTURA GENERALE	169
14.16	CAVI E CONNESSIONI	169
14.16.1	<i>Sezionamento e comando</i>	170
14.16.2	<i>Prese a spina</i>	170
14.16.3	<i>Quadri elettrici</i>	170
14.16.4	<i>Impianto di terra</i>	170
14.16.5	<i>Protezione contro i fulmini</i>	171
15.	TRATTAMENTI SUPERFICIALI, TARGA DI IDENTIFICAZIONE	172
15.1	TRATTAMENTI SUPERFICIALI PRIMARI E VERNICIATURE	172
15.2	COIBENTAZIONI ED INSONORIZZAZIONI	172
15.3	TARGHE DI IDENTIFICAZIONE	172
16.	ARCHITETTURE SISTEMA DI MONITORAGGIO E CONTROLLO (DCS)	173
16.1	ARCHITETTURA DEL SISTEMA	174
16.2	ESEMPIO PAGINE SUPERVISIONE	179
17.	ARCHITETTURA DEL SISTEMA DI MONITORAGGIO EMISSIONI (SME)	185
17.1	ADEGUAMENTO SISTEMA DI MONITORAGGIO FUMI AL CAMINO DA LINEE ESISTENTI A NUOVA LINEA	185
18.	IMPIANTI AUSILIARI VARI	187
18.1	APPROVVIGIONAMENTO IDRICO E RIUSO DELLE ACQUE REFLUE	187
18.1.1	<i>Natura degli e effluenti liquidi</i>	187
18.1.2	<i>Gestione delle acque reflue industriali e di processo</i>	188
18.1.3	<i>Destino delle acque piovane</i>	193
18.1.4	<i>Gestione dei reflui civili</i>	198
18.1.5	<i>Ulteriori fabbisogni idrici</i>	198
18.1.6	<i>Vasca di prima pioggia</i>	198
18.2	IMPIANTO DI PRODUZIONE, STOCCAGGIO E DISTRIBUZIONE ACQUA DEMINERALIZZATA	207
18.2.1	<i>Caratteristiche dell'acqua in ingresso</i>	207
18.2.2	<i>Caratteristiche chimico fisiche ipotizzate</i>	207
18.2.3	<i>Potenzialità impianto</i>	207
18.2.4	<i>Caratteristiche attese dell'acqua in uscita</i>	207
18.2.5	<i>Descrizione della filiera impiantistica</i>	207
18.2.6	<i>Sezione di pre-trattamento</i>	208
18.2.7	<i>CIP lavaggio di emergenza con prodotti chimici</i>	209

18.2.8	Sezione di desalinizzazione ad osmosi inversa doppio passo	210
18.2.9	Microfiltrazione su filtri multicartuccia	210
18.2.10	Osmosi inversa I° passo	211
18.2.11	Stazione di dosaggio per la correzione e controllo pH	213
18.2.12	Osmosi inversa II° passo	213
18.2.13	Sezione di affinamento su resine a scambio ionico a perdere	215
18.2.14	Sezione quadro elettrico di gestione e controllo	216
18.2.15	Gruppo di flussaggio/lavaggio osmosi inversa	217
18.2.16	Linee elettriche ed idrauliche e pneumatiche	218
18.3	IMPIANTO DI PREVENZIONE E CONTRASTO INCENDI	220
18.3.1	Documenti di riferimento	221
18.3.2	Descrizione generale	222
18.3.3	Identificazione aree impianto con relativa misura protettiva.	224
19.	IL SISTEMA DELLA VIABILITA'	230
20.	OPERE CIVILI – EDIFICI	232
20.1	GLI EDIFICI DI PROCESSO E GLI EDIFICI CIVILI	232
20.2	A. EDIFICI ESISTENTI DA RECUPERARE E POTENZIARE:	237
20.3	B. DEMOLIZIONI.	246
20.4	C. NUOVI EDIFICI	247
21.	CRITERI UTILIZZATI PER LE SCELTE PROGETTUALI, GLI ASPETTI DELL'INSERIMENTO DELL'INTERVENTO SUL TERRITORIO	265
21.1	CONSIDERAZIONI GENERALI SUL PAESAGGIO	265
21.2	LE SCELTE PROGETTUALI SPECIFICHE	272
21.3	GLI SPAZI ESTERNI	273
22.	SISTEMAZIONI AMBIENTALI	276
23.	CRITERI DI PROGETTAZIONE DELLE STRUTTURE	280
24.	MODALITA' DI GESTIONE DELL'IMPIANTO	282
24.1	CONTROLLO DEL CARICO TERMICO E DELLA COMBUSTIONE DEI RIFIUTI	282
24.1.1	Scopo del sistema di controllo	282
24.1.2	Strumentazione necessaria	283
24.2	DESCRIZIONE DEL FUNZIONAMENTO	283
24.2.1	Principio di funzionamento	283
24.2.2	Valutazione dei rifiuti	284
24.2.3	Movimento alimentatore e griglie	284
24.2.4	Regolazione e distribuzione dell'aria	284
24.2.5	Operatività	285
24.3	TEMPERATURA T _{2 SEC}	286
24.3.1	Scopo del sistema di controllo	286
24.3.2	Strumentazione necessaria	286
24.3.3	Descrizione del funzionamento	286
24.4	CONTROLLO DEL RECUPERO TERMICO	287
24.4.1	Scopo del sistema di controllo	287
24.4.2	Strumentazione necessaria	287
24.4.3	Descrizione del funzionamento	287
24.5	CONTROLLO DELL'ACIDITÀ DEI FUMI	288
24.5.1	Scopo del sistema di controllo	288
24.5.2	Strumentazione necessaria	288
24.5.3	Descrizione della regolazione automatica del dosaggio di bicarbonato di sodio	288

	GARA PER LA REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	Relazione generale	PAG. 7/299	

24.5.4	Calcolo del quantitativo di bicarbonato effettivo "Q effettivo"	288
24.6	DENITRIFICAZIONE DEI FUMI	289
24.6.1	Scopo del sistema di controllo.....	289
24.6.2	Strumentazione necessaria	289
24.6.3	Regolazione automatica dell'iniezione di ammoniaca	290
24.6.4	Regolazione automatica della temperatura fumi a monte del reattore catalitico	290
24.7	ELENCO DEGLI ULTERIORI PRINCIPALI CONTROLLI AUTOMATICI	291
25.	ATTIVITÀ DI AVVIAMENTO E COLLAUDO	292
25.1	PROVE IN BIANCO.....	292
25.2	PROVE A VUOTO.....	292
25.3	PROVE A CARICO	293
26.	GESTIONE DEI TRANSITORI DI AVVIAMENTO E FERMATA	294
26.1	AVVIAMENTO	294
26.2	FERMATA	294
27.	GESTIONE DELLE CONDIZIONI DI EMERGENZA.....	295
27.1	MANCANZA FORZA MOTRICE.....	295
27.2	ANOMALIE ALLA SEZIONE TRATTAMENTO FUMI	295
27.3	ANOMALIE DELLO SME.....	296
27.4	SCOPPIO DI UN TUBO DELLA CALDAIA	296
28.	MODALITA' DI ARRESTO IN SICUREZZA	297
28.1	SCOPPIO DI UN COLLETTORE.....	297
28.2	ESPLOSIONE DI UNA BOMBOLA O DI UN ORDIGNO	297
29.	MANUTENZIONE ORDINARIA E STRAORDINARIA	298
29.1	MANUTENZIONE PROGRAMMATA	298
29.2	MANUTENZIONE STRAORDINARIA.....	299

INDICE DELLE FIGURE

FIGURA 1	DIAGRAMMA DI COMBUSTIONE	14
FIGURA 2	DIAGRAMMA DI COMBUSTIONE	23
FIGURA 3:	AREA VASTA - UBICAZIONE INTERVENTO SU FOTO SATELLITARE	27
FIGURA 4:	INQUADRAMENTO TERRITORIALE SU CARTA CTR 1:25.000	28
FIGURA 5:	UBICAZIONE SU FOTO SATELLITARE DELL'AGGLOMERATO NORD DELLA ZONA INDUSTRIALE DI TOSSILO CON EVIDENZIATA L'AREA DI INTERVENTO (IN ROSSO)	29
FIGURA 6:	UBICAZIONE SU CARTOGRAFIA CATASTALE - FOGLIO NR.48 P.LLA 22	30
FIGURA 7	LAY OUT AREA CANTIERIZZAZIONE	35
FIGURA 8	VISTA ASSONOMETRICA GENERALE NUOVO IMPIANTO	39
FIGURA 9	PLANIMETRIA GENERALE. COMPLETA DELLE AREE DI PERTINENZA.....	40
FIGURA 10	VISTE GENERALI D'IMPIANTO 1 DI 2	41
FIGURA 11	VISTE GENERALI D'IMPIANTO 2 DI 2	42
FIGURA 12	VISTA ASSONOMETRICA DEL NUOVO EDIFICIO AVANFOSSA IN ADERENZA ALL'EDIFICIO FOSSA RIFIUTI ESISTENTE	45
FIGURA 13	DETTAGLIO DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI E PROGETTUALI DELL'EDIFICIO AVANFOSSA	46
FIGURA 14	VISTA ASSONOMETRICA ESTERNA DELL'AVANFOSSA E DEL RELATIVO ACCESSO.....	47
FIGURA 15	VISTA DELL'AVANFOSSA E DELLA CONNESSIONE CON I PORTONI DELLA FOSSA RIFIUTI	50
FIGURA 16	SEZIONE DELL'AREA DI RICEVIMENTO E DELLA FOSSA RIFIUTI	50
FIGURA 17	VISTA ASSONOMETRICA AMPLIAMENTO FOSSA RIFIUTI ESISTENTE.....	51
FIGURA 18	DETTAGLIO CARROPONTE ZONA ALIMENTAZIONE COMBUSTIBILE	52
FIGURA 19	DETTAGLIO AREA NUOVO CALO BENNA.....	53



	GARA PER LA REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	Relazione generale	PAG. 8/299	

FIGURA 20 DETTAGLIO CARROPONTE FOSSA SCORIE	54
FIGURA 21 VISTA DALL'ESTERNO CABINA GRUISTA FOSSA SCORIE	55
FIGURA 22 VISTA DALL'INTERNO CABINA GRUISTA FOSSA SCORIE	55
FIGURA 23 DETTAGLIO DEL SISTEMA DI DEFERRIZZAZIONE SUL FLUSSO SCORIE E CENERI PESANTI.	57
FIGURA 24 SISTEMA DI ESTRAZIONE SCORIE E DEFERRIZZAZIONE DELLE STESSE	62
FIGURA 25 SEZIONE TRASVERSALE DEL SISTEMA FORNO-CALDAIA	71
FIGURA 26 SCHEMA GENERATORE DI VAPORE	72
FIGURA 27 VISTA D'ASSIEME DEL SISTEMA GRIGLIA-GENERATORE DI VAPORE.....	73
FIGURA 28 <i>P&DI</i> SISTEMA ACQUA -VAPORE.....	74
FIGURA 29 <i>P&DI</i> CIRCUITO FUMI.....	75
FIGURA 30 DETTAGLIO DELLA SCALA DI ACCESSO PRINCIPALE AL SISTEMA FORNO-CALDAIA.....	81
FIGURA 31 VISTA DELLO SPACCATO GENERALE DEL SISTEMA SCALE-BALLATOI ALL'INTERNO DEI TAMPONAMENTI DI CHIUSURA... ..	82
FIGURA 32 SCHEMA COMBUSTIONE AL CTN	84
FIGURA 33 SCHEMA CICLO TERMICO CON TURBINA A ESTRAZIONE CONTROLLATA	89
FIGURA 34 <i>P&DI</i> CONDENSATORE AD ARIA	111
FIGURA 35 <i>GEOMETRIE</i> CONDENSATORE AD ARIA.....	112
FIGURA 36 SCHEMA FUNZIONALE GENERALE DELLA LINEA FUMI	121
FIGURA 37 SCHEMA FUNZIONALE DELLA LINEA FUMI AL CTN	144
FIGURA 38 ARCHITETTURA DEL SISTEMA DI CONTROLLO (DCS)	184
FIGURA 39: SCHEMA GENERALE RIUSO RISORSA IDRICA	188
FIGURA 40 SCHEMA DEL SISTEMA RACCOLTA E STOCCAGGIO	188
FIGURA 41: RETE DI RACCOLTA ACQUE REFLUE INDUSTRIALI E DI PROCESSO.....	190
FIGURA 42: <i>P&ID</i> BUFFER TANK.....	191
FIGURA 43: RETE DI ADDUZIONE ACQUE INDUSTRIALI	192
FIGURA 44: SCHEMA DI GESTIONE E RIUSO ACQUE DEI TETTI	193
FIGURA 45: SCHEMA RETI DI RACCOLTA ACQUE METEORICHE DEI TETTI.....	194
FIGURA 46: DATI DI PIOGGIA MACOMER	195
FIGURA 47: SCHEMA DI GESTIONE ACQUE DEI PIAZZALI	196
FIGURA 48: SCHEMA RETI DI RACCOLTA ACQUE METEORICHE DEI PIAZZALI	197
FIGURA 49: PIANTA VASCA DI PRIMA PIOGGIA.....	201
FIGURA 50: SEZIONE VASCA DI PRIMA PIOGGIA	201
FIGURA 51: SCHEMA FUNZIONALE DEL SISTEMA "VASCA DI PRIMA PIOGGIA"	201
FIGURA 52: DIAGRAMMA POTENZA- PORTATA	206
FIGURA 53: DIAGRAMMA PORTATA- PREVALENZA.....	206
FIGURA 54 ANALISI DEL SISTEMA DI MOBILITÀ INTERNA.....	231
FIGURA 55 SCHEMA PLANIMETRICO DI SINTESI CON IL CALCOLO DELLE SUPERFICI COPERTE E DELLE VOLUMETRIE DELL'INTERVENTO (LE VOLUMETRIE NON RIGUARDANO I MANUFATTI TECNOLOGICI).....	233
FIGURA 56 PLANIMETRIA GENERALE DEGLI INTERVENTI DI PROGETTO.....	234
FIGURA 57 PROSPETTI GENERALI INTERVENTO DI PROGETTO	235
FIGURA 58 PROSPETTI GENERALI INTERVENTO DI PROGETTO	236
FIGURA 59 PLANIMETRIA EDIFICIO SERVIZI – STATO ATTUALE.....	237
FIGURA 60 VISTA DELL'EDIFICIO SERVIZI E DELL'AUTORIMESSA– STATO ATTUALE	238
FIGURA 61 PIANTA EDIFICIO SALA CONTROLLO – STATO DI PROGETTO	239
FIGURA 62 EDIFICIO AUTORIMESSA – STATO ATTUALE	239
FIGURA 63 PIANTA EDIFICIO AUTORIMESSA – STATO ATTUALE	240
FIGURA 64 PIANTA EDIFICIO AUTORIMESSA – STATO DI PROGETTO	240
FIGURA 65 PIANTA EDIFICIO AUTORIMESSA ESTRAZIONE E CONDIZIONAMENTO – STATO DI PROGETTO	241
FIGURA 66 EDIFICIO OFFICINA – STATO ATTUALE.....	241
FIGURA 67 PIANTA EDIFICIO OFFICINA – STATO ATTUALE	242
FIGURA 68 PROSPETTIVA DELL' EDIFICIO OFFICINA INSERITO NEL CONTESTO DI PROGETTO TRA L'EDIFICIO CICLO TERMICO ED IL CONDENSATORE	243
FIGURA 69 PIANTA EDIFICIO OFFICINA – STATO DI PROGETTO	243
FIGURA 70 EDIFICIO FOSSA – STATO ATTUALE.....	244
FIGURA 71 EDIFICIO FOSSA: LA VASCA DI RACCOLTA DEI RIFIUTI – STATO ATTUALE.....	244



	GARA PER LA REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	Relazione generale	PAG. 9/299	

FIGURA 72 EDIFICIO FOSSA: APERTURA PARZIALE DEL TAMPONAMENTO PER IL PASSAGGIO DEL CARROPONTE – STATO DI PROGETTO	245
FIGURA 73 LA SCALA ESTERNA IN ACCIAIO DA SMONTARE E RIMONTARE	245
FIGURA 74 PLANIMETRIA CON I PRINCIPALI INTERVENTI DI DEMOLIZIONE E RECUPERO DEGLI EDIFICI ESISTENTI	246
FIGURA 75 SEZIONE CON EVIDENZIATO L’INTERVENTO DI SMONTAGGIO E RIPOSIZIONAMENTO DELLA SCALA LATO FOSSA	246
FIGURA 76 AREA DI INGRESSO ALL’ATTUALE EDIFICIO FOSSA CON IL PIAZZALE PER IL CONFERIMENTO	247
FIGURA 77 VISTA DELL’AREA DI INGRESSO CON L’EDIFICIO AVANFOSSA IN PRIMO PIANO – STATO DI PROGETTO	247
FIGURA 78 PLANIMETRIA EDIFICIO AVANFOSSA – STATO DI PROGETTO	248
FIGURA 79 SEZIONE TRASVERSALE EDIFICIO AVANFOSSA – STATO DI PROGETTO.....	249
FIGURA 80 STRUTTURA DI ACCIAIO DELL’AVANFOSSA CON IL PIAZZALE PER IL CONFERIMENTO	249
FIGURA 81 VISTA DI INSIEME DELL’AVANFOSSA DI PROGETTO CON IL PIAZZALE PER IL CONFERIMENTO.....	250
FIGURA 82 VISTA PROSPETTICA EDIFICIO CALDAIA	251
FIGURA 83 VISTA INTERNA DELL’EDIFICIO CALDAIA CON LA SOLUZIONE DI SCHERMATURA IN PANNELLI DI LAMIERA E GRIGLIATO METALLICO E VISTE ESTERNA DELLA SCALA IN ACCIAIO.	252
FIGURA 84 PLANIMETRIA DELL’EDIFICIO CALDAIA	253
FIGURA 85 SEZIONE LONGITUDINALE DELL’EDIFICIO CALDAIA	254
FIGURA 86 SEZIONE TRASVERSALE E VISTA ASSONOMETRICA DELL’EDIFICIO CALDAIA	255
FIGURA 87 EDIFICIO CICLO TERMICO-PLANIMETRIA	256
FIGURA 88 EDIFICIO CICLO TERMICO – SEZIONE LONGITUDINALE.....	256
FIGURA 89 EDIFICIO CICLO TERMICO – SEZIONE TRASVERSALE	257
FIGURA 90 EDIFICIO CICLO TERMICO – VISTA PROSPETTICA DAL PIAZZALE A QUOTA +410.50M	257
FIGURA 91 EDIFICIO FOSSA SCORIE – PIANTA LIVELLO -1.00M (+409.50M)	258
FIGURA 92 EDIFICIO FOSSA SCORIE – SEZIONE TRASVERSALE G-G.....	259
FIGURA 93 EDIFICIO FOSSA SCORIE – DETTAGLIO PIANTA E VISTA PROSPETTICA DELLA CABINA GRUISTA	260
FIGURA 94 EDIFICIO FOSSA SCORIE – VISTA PROSPETTICA ESTERNO.....	260
FIGURA 95 EDIFICIO FOSSA SCORIE – VISTA PROSPETTICA ESTERNO.....	261
FIGURA 96 ASSIEME GENERALE DELLA LINEA FUMI	263
FIGURA 97 IMMAGINE IN VOLO DELL’AREA VASTA DI STUDIO CON AL CENTRO L’AMBITO DI INTERVENTO (INDICATO CON FRECCIA ROSSA)	265
FIGURA 98 IMMAGINE SATELLITARE DEL PAESAGGIO DEGLI INSEDIAMENTI INDUSTRIALI E- AREE ANTROPIZZATE: SI DISTINGUE L’AREA INDUSTRIALE DI TOSSILO CON L’AMBITO OGGETTO DI INTERVENTO (FRECCIA ROSSA), COMPRESA TRA I NUCLEI ABITATI DI MACOMER A NORD E BORORE A SUD.	267
FIGURA 99 AGGLOMERATO URBANO DI BORORE-LIMITE TRA URBANO E RURALE.....	268
FIGURA 100 AGGLOMERATO URBANO DI BORORE-MURETTI A SECCO E RESTI ARCHEOLOGICI IN VICINANZA DELLE ABITAZIONI .	268
FIGURA 101 TIPICO SISTEMA DI INSEDIAMENTO SPARSO NEL TERRITORIO TRA BORORE E MACOMER.....	269
FIGURA 102 VISTA PANORAMICA VERSO L’AGGLOMERATO INDUSTRIALE DI TOSSILO (A SINISTRA È VISIBILE IL TERMOVALORIZZATORE OGGETTO DI INTERVENTO).	269
FIGURA 103 LEMBO DI MACCHIA IN PROSSIMITÀ DEL NUCLEO ABITATO DI MACOMER CON SPECIE TIPICHE DEL LUOGO (SUGHERE, QUERCE)	270
FIGURA 104 LA PIANURA TRA MACOMER E BORORE CON ESEMPIO DEL DIRADAMENTO BOSCOLO SULLE COLLINE A VANTAGGIO DELLE ZONE DEDICATE AL PASCOLO E DEI LEMBI DI TERRITORIO COLTIVATI AD OLIVO.....	271
FIGURA 105 VISTA TRIDIMENSIONALE TERRITORIALE DELL’IMPIANTO DI TERMOVALORIZZAZIONE ATTUALE AL CENTRO DELLA PIANA DEL TOSSILO. SULLO SFONDO L’ABITATO DI MACOMER (RIFERIMENTO GOOGLE EARTH).....	272
FIGURA 106 VISTA PROSPETTICA DI INSIEME DELL’IMPIANTO DI PROGETTO DALLA VIABILITÀ ESTERNA DELL’AREA INDUSTRIALE TOSSILO	273
FIGURA 107 PLANIMETRIA GENERALE DELL’IMPIANTO DI PROGETTO COMPLETA DELLE AREE DI PERTINENZA A VERDE	274
FIGURA 108 PLANIMETRIA GENERALE DELLE SISTEMAZIONI A VERDE (VEDI LEGENDA ALLA PAGINA SEGUENTE)	276
FIGURA 109 IL CONTESTO AMBIENTALE CIRCOSTANTE ALL’IMPIANTO CON LA PRESENZA DEI MURI IN PIETRA A SECCO E I FILARI DI EUCALIPTO IN PROSSIMITÀ DELL’IMPIANTO STESSO	278
FIGURA 110 PORZIONI DI AIUOLE ESISTENTI DA CONSERVARE E POTENZIARE	279

INDICE DELLE TABELLE



TABELLA 1 <i>PERFORMANCES</i> ENERGETICHE DEL NUOVO IMPIANTO.....	13
TABELLA 2 LISTA DI CONTROLLO DEL RISPETTO DELLE BAT	15

TABELLA 3 PARAMETRI FUNZIONALI NUOVA LINEA	22
TABELLA 4 CARATTERISTICHE NOMINALI DI FUNZIONAMENTO DELL'IMPIANTO	24
TABELLA 5 CARATTERISTICHE NOMINALI DI FUNZIONAMENTO DELL'IMPIANTO	24
TABELLA 6 PRINCIPALI CARATTERISTICHE DI FUNZIONAMENTO DELL'IMPIANTO AL CTN	25
TABELLA 7 PRODUZIONE STIMATA DI EE IN ALCUNI PUNTI SIGNIFICATIVI DEL DIAGRAMMA DI COMBUSTIONE.....	26
TABELLA 8 RIEPILOGO DEI PRINCIPALI DATI GEOMETRICI DEL GENERATORE DI VAPORE	69
TABELLA 9 RIEPILOGO DEI PRINCIPALI DATI DI FUNZIONAMENTO DELL'ELETTROFILTRO AL CTN	123
TABELLA 10 RIEPILOGO DEI PRINCIPALI DATI DI FUNZIONAMENTO DEL REATTORE DI NEUTRALIZZAZIONE DEI MACROINQUINANTI ACIDI AL CTN	124
TABELLA 11 RIEPILOGO DEI PRINCIPALI DATI DI FUNZIONAMENTO DEL FILTRO A MANICHE AL CTN	127
TABELLA 12 RIEPILOGO DEI PRINCIPALI DATI DI FUNZIONAMENTO DEL SISTEMA SCAMBIATORE- DE NOX CATALITICO AL CTN ...	130
TABELLA 13 RIEPILOGO DEI PRINCIPALI DATI DI FUNZIONAMENTO DEL SISTEMA	135
TABELLA 14: TABELLA PER LA PRELIMINARE DETERMINAZIONE DEL VOLUME DELLA VASCA ACQUE DI PRIMA PIOGGIA IN RAPPORTO ALLE SUPERFICI SCOLANTI "METODO ALTEZZA PRIMA PIOGGIA"	200

Simbologia



Argomento per il quale si richiede attenzione.

	GARA PER LA REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	Relazione generale	PAG. 11/299	

1. CONTENUTI DELLA RELAZIONE GENERALE

IL presente Progetto definitivo è stato elaborato ai sensi del *d.P.R. 5 ottobre 2010, n. 207* –“Regolamento di esecuzione ed attuazione del decreto legislativo 12 aprile 2006, n. 163, recante «*Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE*». (G.U. n. 288 del 10 dicembre 2010)

Esso comprende tra l'altro la presente Relazione Generale, che è stata articolata nel rispetto dell' Art. 25 del sopra citato *DPR 217/2101* nei limiti delle caratteristiche specifiche del presente progetto.

2. FILOSOFIA DI PROGETTO

I criteri informativi che sin dall'inizio governano le scelte tecniche e gestionali del presente progetto sono riconducibili essenzialmente a:

- Il rispetto delle indicazioni generali contenute nel progetto preliminare della Stazione Appaltante
- affidabilità tecnica dell'impianto;
- minimizzazione dell'impatto ambientale;
- massimizzazione della produzione energetica ai fini della minimizzazione dell'impatto ambientale su scala globale (effetto serra), oltre che per la redditività economica
- la ricerca della massimizzazione dei sistemi di sicurezza e delle più idonee condizioni operative per il personale addetto;
- il miglioramento delle dimensioni, della disposizione di alcune componenti impiantistiche e della fruibilità delle aree esterne ai fini di migliorare gli aspetti gestionali e di sicurezza per gli operatori

Inoltre nelle scelte progettuali relative al Progetto dei Proponenti si è tenuto conto dei seguenti ulteriori principi ispiratori:

- l'attenzione al bilancio idrico ed al ciclo delle acque, in ottica di tutela dell'ambiente idrico locale e di risparmio della risorsa mediante il riuso, il riciclo e la riduzione dei consumi;
- il miglioramento dell'esposizione visuale dell'impianto nella logica della riqualificazione architettonica dell'area;
- la mitigazione dell'impatto acustico in considerazione delle trasformazioni delle aree contigue, nel territorio di comuni diversi;
- la mitigazione dell'impatto emissivo

3. STRUTTURA DEL PROGETTO

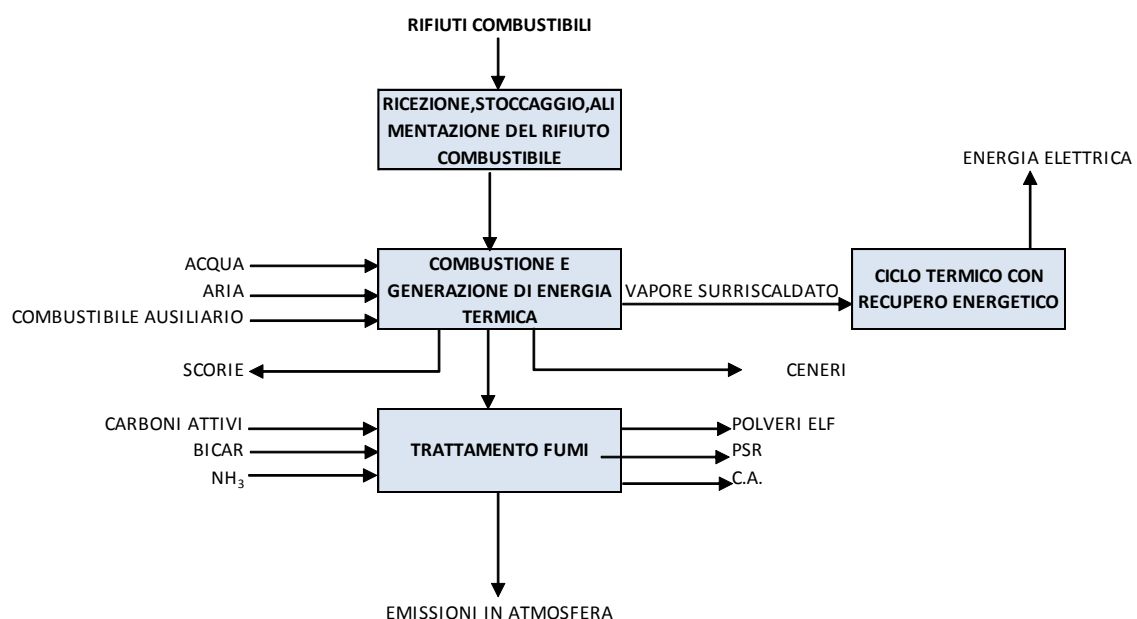
Nella proposta di organizzazione tecnica del Piano regionale di gestione dei rifiuti urbani a regime, per il sub ambito provinciale di Nuoro sono previsti, tra l'altro, interventi di *revamping* dell'impianto di termovalorizzazione di Macomer per una potenzialità termica di 25 Gcal/h e potenzialità massica di circa 60.000 t/a; l'intervento è connesso all'opzione della scelta di un sistema regionale a 3 poli di valorizzazione energetica .

La presente relazione tecnica ha lo scopo di illustrare nel dettaglio gli interventi previsti nell'allegato progetto definitivo per realizzare una nuova linea di incenerimento, oggetto della procedura di gara di evidenza pubblica, finalizzata allo smaltimento e alla valorizzazione energetica dei rifiuti solidi urbani nel contesto impiantistico di Tossilo S.p.A.

Il progetto preliminare posto a base di gara dalla Stazione Appaltante prevede la realizzazione di una linea di combustione da ~**30 MWt** nominali, in grado di assicurare un flusso termico medio di ~28 MW nell'arco dell'anno, con combustione su griglia. Il tutto in sostituzione delle due linee attualmente autorizzate ed in esercizio basate su una tecnologia a letto fluido.

L'impianto è quindi costituito da una nuova linea di termovalorizzazione, che andrà a sostituire le due esistenti che è previsto vengano dismesse 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 illustrati nei successivi paragrafi.

La nuova linea sarà in grado di consentire le *performances* energetiche riportate nella tabella seguente:

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	1,000 MW
Produzione netta energia elettrica	6.090 kW	6,09 MW
<hr/>		
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 1 *Performances* energetiche del nuovo impianto



In relazione alla attenta progettazione dell'intero sistema termodinamico e del relativo connesso ciclo termico, nonché in funzione della specifica attenzione che si può porre solo in una più avanzata fase di progettazione impiantistica, come si avrà modo di valutare tale dato di produzione di EE a parità di carico termico, risulta notevolmente migliorato, e ciò per meglio rispondere sia alle esigenze, anche economiche, della Stazione Appaltante, che alla logica applicazione delle BAT e delle Linee Guida Nazionali¹ che impongono la massimizzazione del recupero energetico, a parità di combustibile alimentato.

I calcoli preliminari di bilancio esposti nel progetto posto a gara sono stati, come richiesto, attentamente verificati ai fini delle successive fasi di sviluppo dell'ingegneria.

Sulla base degli stessi si è quindi proceduto ad una più approfondita elaborazione degli stessi pervenendo ad un completo dimensionamento di tutto il complesso delle componenti costituenti il progetto.

La proposta progettuale degli offerenti inoltre prevede una serie di migliorie di *lay out*, impiantistiche ed architettoniche con l'obiettivo dichiarato di:

1. migliorare gli aspetti gestionali
2. minimizzare le interferenze in fase di esercizio dell'opera
3. migliorare le condizioni di sicurezza del personale addetto
4. migliorare l'esposizione visuale dell'impianto
5. migliorare gli aspetti architettonici
6. curare gli aspetti connessi con l'arredo vegetazione dell'intera area
7. minimizzare gli impatti con specifica attenzione alle emissioni in atmosfera e alle immissioni sul terreno di vari inquinanti.

¹ DECRETO 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.

Come già evidenziato in precedenza tutta la progettazione impiantistica è stata improntata al pieno rispetto delle BAT per la cui verifica si è fatto ricorso ad una puntuale lista di controllo.

L'impianto ha la funzione di smaltire, mediante il processo di termovalorizzazione, la frazione a valenza combustibile contenuta nei rifiuti urbani ed assimilabili agli urbani non pericolosi a valle della raccolta differenziata, pretrattati nel limitrofo impianto meccanico-biologico.

I fattori di utilizzo in esercizio dell'impianto proposto sono i seguenti:

Quantità di rifiuto combusto	61.120	t _{RSU} /anno
PCI di progetto	13.180	kJ/kg
Campo di variazione del PCI	Max 18.900	kJ/kg
	Min 9.200	kJ/kg
Disponibilità minima	8.000	Ore/anno
Fattore di utilizzo in esercizio	0,91	
Carico termico nominale	27.972	MWt
Capacità nominale	7,64	t/h

Le ore di funzionamento per linea sono quindi fissate in 8.000 h/a e con un fattore di utilizzo del 91% (valore cautelativo).

Il diagramma di combustione è quello di seguito riportato.

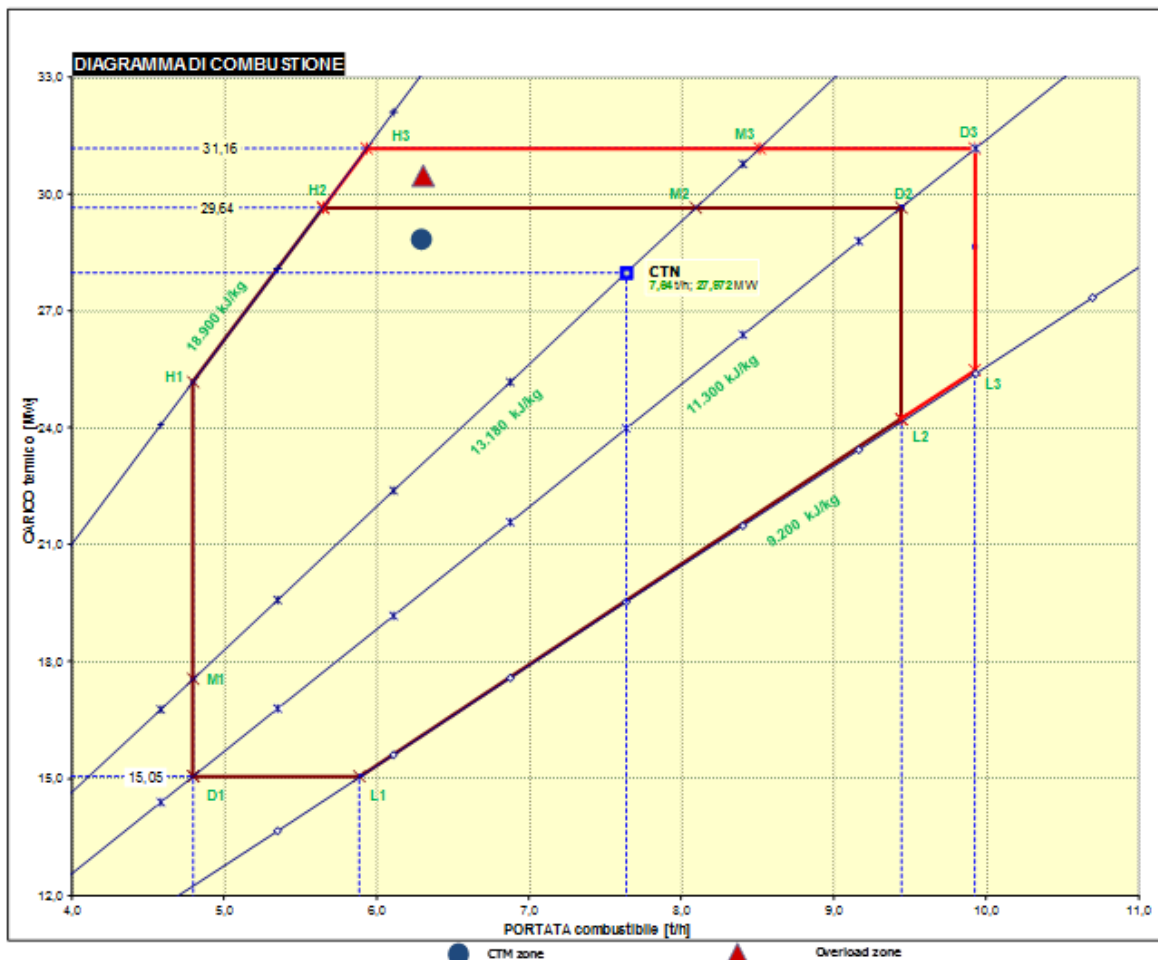


Figura 1 Diagramma di combustione






	GARA PER LA REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSIOLO	REV. 0	 
	Relazione generale	PAG. 15/299	

Tabella 2 Lista di controllo del rispetto delle BAT

Lista di controllo sulle BAT relative all'impianto in oggetto			
Gestione dei combustibili in ingresso	Si	No	Note
• Conoscenza della composizione del rifiuto ai fini della progettazione di processo	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	E' stata definita la tipologia e composizione del rifiuto in ingresso
• Mantenimento di condizioni ottimali dell'area di impianto	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Si prevede una costante attività di pulizia e controllo
• Gestione delle caratteristiche dei combustibili in ingresso			
o Identificazione dei flussi in ingresso e di possibili rischi	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	sono previste delle procedure di accettazione dei RU
o Comunicazioni con il produttore dei fanghi	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	non pertinente
o Controlli, campionamenti e determinazione sui rifiuti in ingresso	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	sono previste delle procedure di accettazione dei RU
o Rilevazione di materiali radioattivi	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
• Stoccaggio dei combustibili			
o Adeguati isolamento, protezione e drenaggio dei combustibili stoccati	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
o Minimizzazione della durata dello stoccaggio	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
o Aspirazione delle arie esauste dalle aree di stoccaggio	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Detta aria viene utilizzata quale aria primaria nel processo di combustione
o Previsione di più linee di trattamento in parallelo	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	non previsto in quanto trattasi di impianto di piccola taglia. In ogni caso l'affidabilità della griglia
o Identificazione dei combustibili	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
o Adeguati sistemi di sicurezza ed antincendio	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Il progetto sarà sottoposto ad autorizzazione dei VV.F.
• Movimentazione ed alimentazione dei combustibili			
o Idoneo posizionamento degli operatori addetti alla movimentazione	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
o Disponibilità di spazio per i combustibili rimossi (e.: ingombranti)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	il rifiuto alimentato è pretrattato
o Iniezione diretta dei reflui liquidi	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	non pertinente
o Minimizzazione di possibili rientri d'aria in fase di alimentazione	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	sono previste specifiche valvole e coclea piena per evitare ingresso d'aria

	GARA PER LA REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	Relazione generale	PAG. 16/299	

Trattamento termico	Si	No	Note
• Appropriata selezione della tecnologia di combustione	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Griglia raffreddata ad acqua
• Impiego del CFD per migliorare la progettazione delle apparecchiature	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
• Posizionamento e dimensionamento dell'alimentazione	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	in tutte le fasi di processo
• Adozione di soluzioni progettuali per aumentare la turbolenza nella zona di postcombustione	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
• Pre-trattamento e miscelazione dei combustibili	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	DCS
• Funzionamento in continuo anziché in discontinuo	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
• Impiego di un adeguato sistema di controllo della combustione	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	solo aria primaria
• Impiego di camera a infrarossi per il monitoraggio e il controllo della combustione	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
• Ottimizzazione della distribuzione dell'aria (primaria e secondaria)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	non pertinente
• Preriscaldamento aria primaria e secondaria	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
• Impiego del ricircolo dei fumi in parziale sostituzione dell'aria secondaria	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	> di 2 sec
• Impiego di aria arricchita con ossigeno	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
• Impiego di griglie raffreddate ad acqua	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	tipologia della griglia prescelta e corretto dimensionamento della fase di combustione
• Combustione ad alta temperatura	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
• Tempo di permanenza e turbolenza in camera di combustione	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
• Regolazione della portata per il mantenimento di condizione operative ottimali di combustione	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
• Impiego di bruciatori ausiliari operanti in automatico	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
• Riciclo del sottogriglia incombusto in camera di combustione	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
• Protezione delle pareti del combustore con refrattari	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
• Limitazione delle velocità dei fumi e previsione di zone di calma a monte della convettiva	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
• Determinazione del potere calorifico dei combustibili in forma indiretta	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	



Recupero energetico	Sì	No	Note
• ottimizzazione dei livelli di recupero energetico	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
• Minimizzazione delle perdite di energia	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
• Incremento dell'efficienza di combustione dei combustibili (riduzione incombusti)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
• Riduzione dell'eccesso d'aria di combustione	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
• Limitazione delle perdite indesiderate	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
• Minimizzazione degli autoconsumi	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
• Accurata selezione del tipo di turbina	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
• Incremento delle condizioni operative del vapore e impiego di riporti protettivi sui tubi	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
• Riduzione pressione operativa del condensatore (aumento grado di vuoto)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
• Impiego di sistemi umidi di lavaggio dei fumi a condensazione	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	sistema a secco
• Eventuale uso di pompe calore per massimizzare il recupero di energia termica	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
• Ottimizzazione della configurazione impiantistica del generatore di vapore	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
• Impiego di apparecchiature con sistema forno-caldaia integrato	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	camera di combustione e caldaia sono integrate
• Efficiente pulizia dei banchi convettivi	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
• Integrazione del ciclo acqua-vapore con impianti terzi di produzione di energia elettrica	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	in quanto non applicabile
• Adozione del re-surriscaldamento del vapore	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
• Impiego di particolari superfici di scambio per il surriscaldatore vapore	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
• Riduzione della temperatura dei fumi in uscita dalla caldaia	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	185 °c
• Stoccaggio dei combustibili sulla base della richiesta energetica	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
• Funzionamento in continuo per migliorare l'efficienza	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Trattamento dei fumi	Si	No	Note
• Adeguata individuazione del sistema di trattamento dei fumi	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
o Valutazione dei consumi energetici	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
o Ottimizzazione della configurazione e delle sequenze di trattamento	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
• Rimozione delle polveri			
o Trattamenti preliminari e finali	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	E' stato previsto un doppio stadio di abbattimento ELF+FAM
• Riduzione delle emissioni di gas acidi			
o Sistemi ad umido	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
o Sistemi a semi-secco	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
o Sistemi a secco	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
o Impiego di reagenti alcalini in fase di combustione	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	con BICAR quale agente neutralizzante e c.a. per metalli e eventuali (ma non presenti) diossine non necessario in relazione alla completezza dell' alinea fumi
o Accurata selezione del reagente alcalino	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
• Riduzione degli ossidi di azoto			
o Processi di riduzione selettiva catalitica (SCR)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
o Processi di riduzione selettiva non catalitica (SNCR)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
o Adeguata selezione del reagente riducente	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Ammoniaca o urea
• Riduzione delle emissioni di PCDD/DF			
o Mantenimento di adeguate condizioni e controllo della combustione	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
o Prevenzione della riformazione di PCDD/DF in fase di raffreddamento dei fumi	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Iniezione di carboni attivi e sistema DeDiox
o Impiego di processi di riduzione selettiva catalitica (SCR)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
o Impiego di filtri a maniche catalizzati	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
o Distruzione termica dei materiali adsorbenti	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
o Adsorbimento su carboni attivi (per iniezione nei fumi o su letto fisso)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
o Impiego di materiali carboniosi nel lavaggio ad umido	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
• Riduzione delle emissioni di mercurio			
o Lavaggio in ambiente acido e impiego di additivi specifici	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
o Impiego di carboni attivi tramite iniezione nei fumi o su letto fisso	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
o Impiego di sistemi dilavaggio ad umido "a condensazione"	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
• Altre tecniche			
o Impiego di tiosolfato di sodio per la rimozione dello iodio e del bromo	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	non presenti

Trattamento delle acque reflue	Si	No	Note
• Selezione della tecnologia ottimale di valorizzazione energetica	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
• Impiego di sistemi di trattamento privi di effluenti liquidi	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
• Massimizzazione del ricircolo delle acque reflue all'interno del trattamento fumi	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	non applicabile in quanto trattasi di sistema di abbattimento "a secco"
• Raffreddamento delle acque reflue da lavaggio fumi	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	non applicabile in quanto trattasi di sistema di abbattimento "a secco"
• Impiego del blow-down di caldaia come acqua di lavaggio	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	non applicabile in quanto trattasi di sistema di abbattimento "a secco"
• Riutilizzo delle acque di laboratorio come reintegro per il lavaggio fumi/spengimento scorie	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	solo spegnimento scorie
• Impiego di sistemi di scarico delle scorie a secco	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
• Riutilizzo del percolato da stoccaggio scorie	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	a valle del trattamento depurativo
• Raccolta separata delle acque meteoriche pulite	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
• Adeguati sistemi di stoccaggio ed equalizzazione	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
• Impiego di sistemi di trattamento chimico-fisico	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
• Impiego di solfuri per la precipitazione dei metalli disciolti	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
• Impiego di filtrazione su membrane	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
• Strippaggio di ammoniaca dalle acque da SNCR	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	non applicabile
• Trattamento separato degli effluenti provenienti dai diversi stadi di lavaggio	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	non applicabile
• Trattamento biologico anaerobico delle acque reflue	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
• Evaporazione delle acque reflue all'interno del processo o separata	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
• Recupero HCl dalle acque effluenti dai sistemi ad umido	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	non applicabile
• Recupero di gesso dalle acque effluenti dai sistemi ad umido	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	non applicabile

Gestione dei residui solidi	Si	No	Note
• Migliore esaurimento delle scorie ("burnout")	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	non vengono prodotte scorie ma particolato abbattuto nel multiciclone
• Separazione delle scorie dai residui da trattamento fumi	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	non vengono prodotte scorie ma particolato abbattuto nel multiciclone
• Separazione delle particelle solide (polveri) dai sali di reazione del trattamento fumi	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Si prevede il recupero dei PSR
• Rimozione dei metalli dalle scorie di combustione	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	non vengono prodotte scorie ma particolato abbattuto nel multiciclone
• Riutilizzo delle scorie, dopo maturazione	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	non vengono prodotte scorie ma particolato abbattuto nel multiciclone
• Trattamento delle scorie con sistemi a secco e ad umido	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	non vengono prodotte scorie ma particolato abbattuto nel multiciclone
• Trattamenti termici delle scorie	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	non vengono prodotte scorie ma particolato abbattuto nel multiciclone
• Incremento della temperatura operativa e impiego di aria arricchita	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
• Funzionamento a temperature operative elevate ("a scorie fuse")	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
• Trattamento dei residui da trattamento dei fumi			
o Solidificazione in cemento	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
o Incapsulamento in bitume	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
o Vetrificazione e fusione	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
o Estrazione acida	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
o Stabilizzazione con FeSO ₄ , CO ₂ , PO ₄	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
o Recupero dei sali sodici (nel caso di impiego di bicarbonato)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	è previsto il recupero presso impianto dedicato del fornitore del Bicar

Rumore	Si	No	Note
• Sistemi di scarico e pretrattamento al chiuso	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
• Impiego di materiali fonoassorbenti	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
• Impiego di sistemi di coibentazione	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
• Impiego di silenziatori su valvole di sicurezza, aspirazioni e scarichi di correnti gassose	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Strumenti di gestione ambientale			
• Certificazioni EN ISO 14001	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
• EMAS	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Comunicazione e consapevolezza dell'opinione pubblica			
• Comunicazioni periodiche a mezzo stampa locale e distribuzione di materiale informativo	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	a cura della Stazione appaltante
• Organizzazione di eventi di informazione/discussione con autorità e cittadini	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	a cura della Stazione appaltante
• Apertura degli impianti al pubblico	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	a cura della Stazione appaltante
• Disponibilità dei dati di monitoraggio in continuo all'ingresso impianto e/o su Internet	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	a cura della Stazione appaltante

	GARA PER LA REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
Relazione generale		PAG. 21/299	

Si prevede, in linea con quanto indicato nel progetto di gara, la realizzazione della nuova linea nell'area compresa tra la recinzione prossima all'ingresso 2 e l'edificio preselezione, attualmente destinata a officina, deposito oli e autorimessa.

Si prevede infine la realizzazione di alcune opere di consolidamento, nonché la esecuzione di opere di scavo per livellare il terreno ai piani previsti dal progetto e realizzare le vie di accesso alle varie aree di cantiere.



Gli interventi di realizzazione della nuova linea non avranno alcun impatto sulle due linee esistenti se non per quanto attiene alle modifiche finali del carroponete; pertanto dette due linee potranno essere mantenute in esercizio durante l'intero periodo di realizzazione della nuova linea consentendo a Tossilo di mantenere l'attuale potenzialità di smaltimento.

Inoltre quanto previsto presenta una comoda accessibilità all'area sia durante le attività di costruzione della nuova linea che durante l'esercizio futuro. Questo determina di conseguenza limitati costi sia per la realizzazione della nuova linea che per la sua manutenzione in quanto le attività di montaggio e smontaggio delle apparecchiature possono essere realizzate facilmente e con mezzi di sollevamento poco impegnativi.

Allo stato, così come richiesto nei documenti di gara, non è previsto alcun intervento sull'esistente che viene quindi abbandonato.

Il criterio progettuale adottato è stato quello della massima conservazione dell'esistente nel periodo di costruzione del nuovo onde non interrompere il servizio.

Il nuovo impianto rispetta e migliora le *performance* richieste dalla Stazione Appaltante e migliora altresì limiti alle concentrazioni di inquinanti imposti nel documento autorizzativo: dell'AIA (det. Prov. Nuoro n. 1964 del 25-6-2010).

Viene mantenuta e riutilizzata la linea di conferimento e selezione, fatte salve alcune modifiche del carroponete, l'inserimento di portale atto ad identificare ed isolare eventuali rifiuti radioattivi, nonché la proposta relativa al miglioramento della qualità del combustibile alimentato alla combustione e l'incremento di alcune frazioni riciclabili recuperate, da avviare a recupero, a seguito dell'inserimento di una sezione aggiuntiva di deferrizzazione nonché di un separatore a correnti parassite, come meglio illustrato nel seguito.

La linea di termovalorizzazione in oggetto è stata dimensionata, coerentemente con le previsioni di gara, per una capacità termica nominale di 27.972 MWt come da piano di gestione dei rifiuti della Regione Sardegna ed una potenzialità di smaltimento di circa 61.120 t/anno di rifiuti con un potere calorifico medio di 13 188 kJ/kg (3 150 kcal/kg). Tali previsioni di pianificazione sono state assunte alle condizioni di **CTN**.

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 3 Parametri funzionali nuova linea

La scelta del processo e delle componenti dell'impianto , come espressamente richiesto dalla Stazione Appaltante, è stata improntata a criteri di grande affidabilità.

L'impianto è concepito con materiali, dotazioni e criteri tali da salvaguardarne l'integrità, anche in caso di guasto di singoli componenti, errori di manovra, avarie del sistema di regolazione e controllo. Tutte le apparecchiature sono selezionate secondo criteri di semplicità e robustezza, per condizioni gravose di lavoro, e affinché siano di agevole manutenzione.

In particolare, l'impianto è stata progettato avendo come obiettivi principali le prestazioni ambientali, la continuità di funzionamento e l'ottimizzazione del rendimento energetico, nonché la minimizzazione dell'impatto degli interventi sull'impianto esistente.

Particolare cura è stata prestata alla prevenzione del rilascio di polveri ed alla rumorosità sia all'interno che all'esterno del perimetro dell'impianto.

Lo studio delle aree prevede opportune predisposizioni, spazi ed accorgimenti atti a rendere agevole la manutenzione e l'ispezione delle varie apparecchiature, il tutto in conformità alle vigenti normative in materia di sicurezza.

L'obiettivo dell'impianto è la generazione elettrica nel corso di tutto l'anno un funzionamento minimo di 333 giorni/anno, pari a 8 000 ore/anno, ma con obiettivo realistico di superamento della soglia di 8 000 ore/anno di esercizio.

Il combustibile utilizzato è costituito principalmente da rifiuti solidi urbani aventi un potere calorifico compreso nel *range* indicato nell'allegato diagramma di combustione.

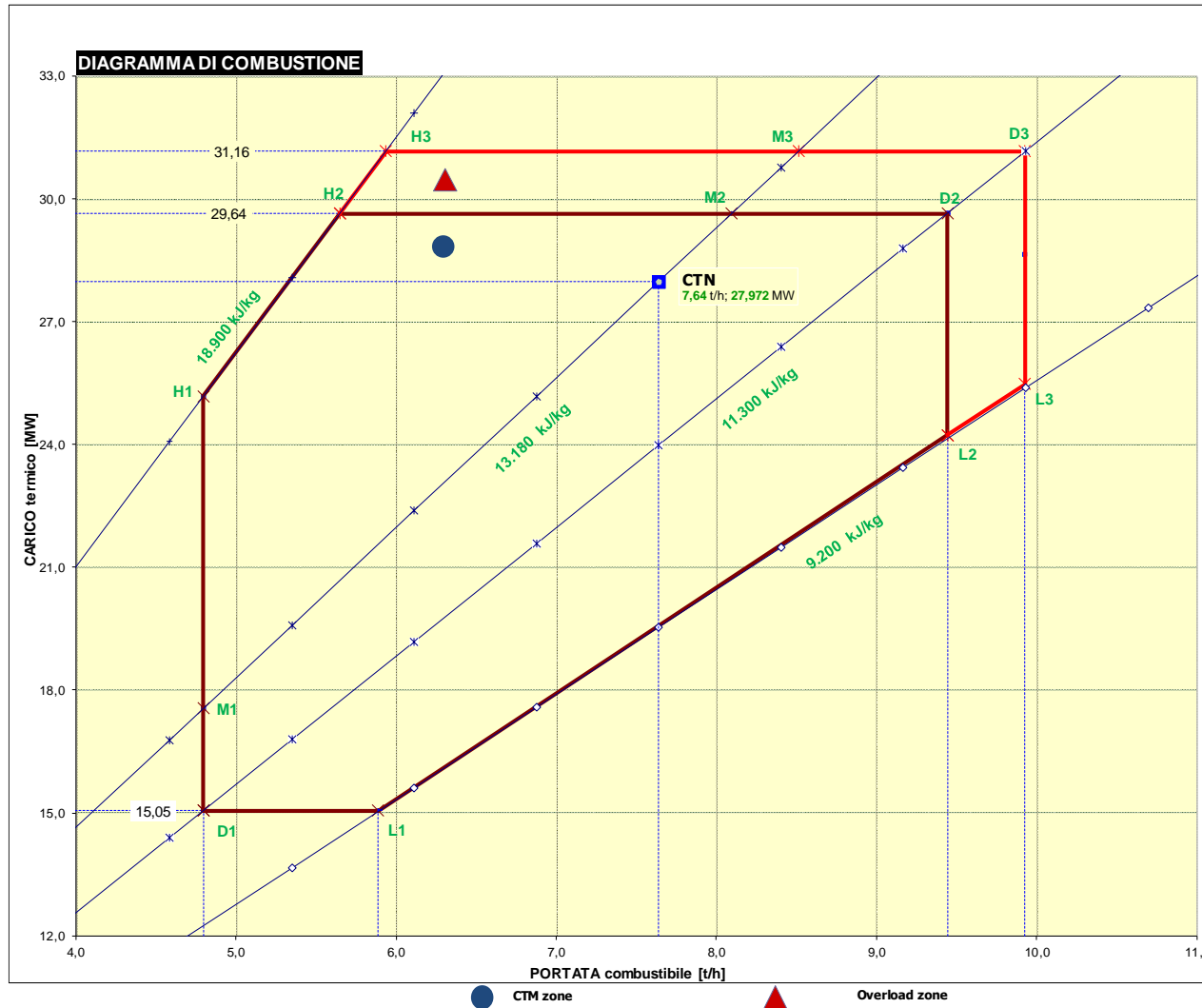


Figura 2 Diagramma di combustione

Nel diagramma di combustione sono rappresentate le condizioni di funzionamento ammesse alle varie condizioni di carico (area delimitata dalla linea rosso scuro) alle quali il sistema può essere esercito per volontà dell'operatore o per effetto di variazioni del potere calorifico, dell'umidità e/o della tipologia di combustibile utilizzata. Il punto **CTN** del diagramma rappresenta la condizione di funzionamento nominale di riferimento.

Di seguito sono riassunti i parametri di esercizio più significativi dell'impianto, relativi alla condizione nominale di esercizio (CTN).

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 alla figura precedente.

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*

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	1,000 MW	
Produzione netta energia elettrica	6.090 kW	6,09 MW	

Con riferimento ad un T ambiente di 20°C

Tabella 5 Caratteristiche nominali di funzionamento dell'impianto al CTN *Sezione di generazione energia elettrica*

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 6 Principali caratteristiche di funzionamento dell'impianto al CTN

I dati di produzione di EE sono stati inoltre calcolati in alcuni altri punti significativi del diagramma di combustione. Nella tabella successiva tali dati sono stati riepilogati.

Nella tabella seguente sono stati riportati i valori di produzione di EE attesi in alcuni punti significativi del diagramma di combustione.

CONDIZIONI DI FUNZIONAMENTO:		CTN	D2	M1	D3
Pressione Ammissione	[bar abs]	48,5	48,5	48,5	48,5
Temperatura Ammissione	[°C]	405	405	405	405
Portata Ammissione	[kg/h]	32105	33181	21603	34618
Pressione 1°Spillamento	[bar abs]	16,57	17,05	12	17,7
Portata 1°Spillamento	[kg/h]	0	0	0	0
Pressione 2°Prelievo Regolato	[bar abs]	6	6	6	6
Portata 2°Prelievo Regolato	[kg/h]	4000	4000	4000	4000
Pressione Scarico	[bar abs]	0,094	0,1	0,058	0,107
Portata Scarico	[kg/h]	28105	29181	17603	30618
Branco Ammissione	[inch]	6" ANSI 600			
Branco 1°Spillamento	[inch]	4" ANSI 300			
Branco 2°Prelievo Regolato	[inch]	4" ANSI 150			
Branco Scarico	[mm]	750 x 1500 A SEZIONE RETTANGOLARE			
Potenza ai Morsetti	[kW]	7090	7230	4580	7640

Tabella 7 Produzione stimata di EE in alcuni punti significativi del diagramma di combustione

4. LOCALIZZAZIONE DELL'IMPIANTO

Il sito oggetto d'intervento è situato nella porzione meridionale del Comune di Macomer, in area del consorzio Industriale di Macomer, in prossimità del confine comunale con il Comune di Borore, in un contesto territoriale di tipo industriale che vede la presenza di alcune realtà produttive ancorché inserito in un'area vasta caratterizzata da un'alternanza di aree agricole non irrigate e di boschi di latifoglie.

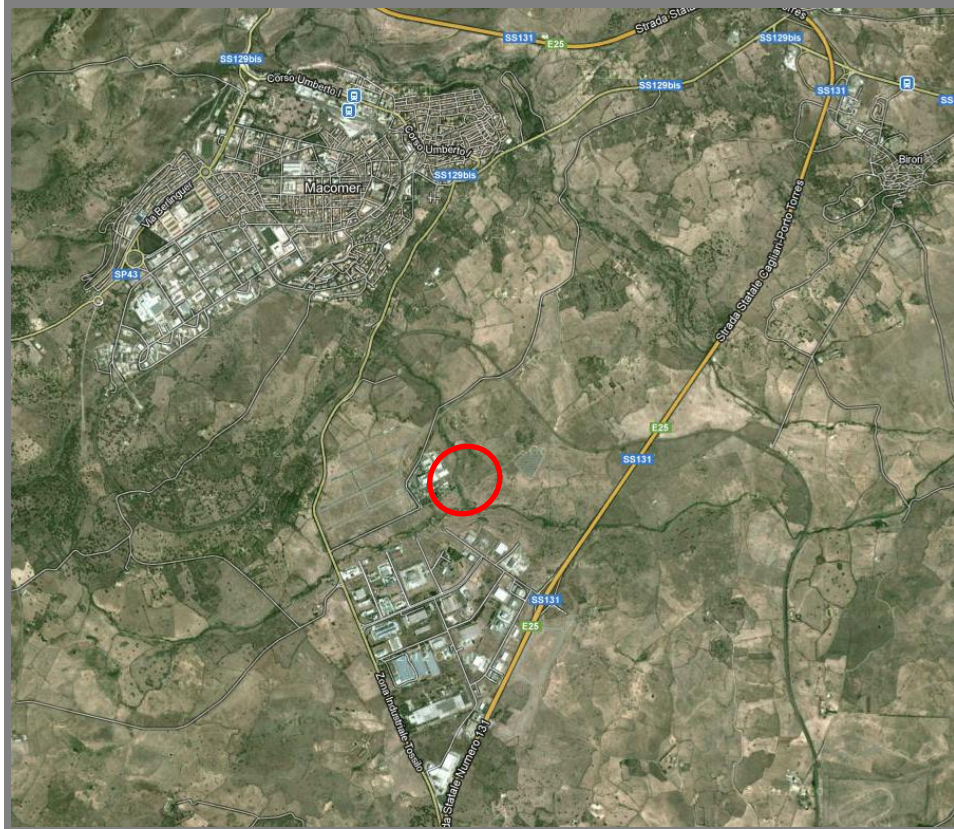


Figura 3: Area vasta - Ubicazione intervento su foto satellitare

Al confine dell'Impianto sorge il depuratore Consortile dove sono scaricate e depurate le acque di processo e di pioggia del Termovalorizzatore e dell'impianto di compostaggio.

Nell'area in esame l'altimetria è relativamente poco variabile, con quote comprese tra 380 m s.l.m. e 540 m s.l.m. e degradante con regolarità da NW verso SE ; la quota dell'impianto è di circa 410 m s.l.m. .

I centri abitati più prossimi all'impianto sono Macomer, con una distanza minima di 1450 m; Borore con una distanza minima di 3500 m e Birori con una distanza minima di 3770 m.

Il corso d'acqua principale che interessa l'area dell'impianto è il *Riu Murtazzoli* che scorre in direzione N.O.- S.E.

Il *Riu Murtazzoli* è alimentato da numerosi affluenti, tra cui il *Riu Tossilo* che, nei pressi di Nuraghe Urighe, riceve l'apporto del *Riu di Macomer (Riu s'Adde)*, un torrente lungo poco più di 10 km con un reticolo poco sviluppato; quest'ultimo ha una notevole importanza perché è alimentato dalle numerose ed importanti sorgenti, situate intorno al piccolo centro di Mulargia, contribuendo notevolmente alla portata del *Riu Murtazzolu*, anche nel periodo estivo.

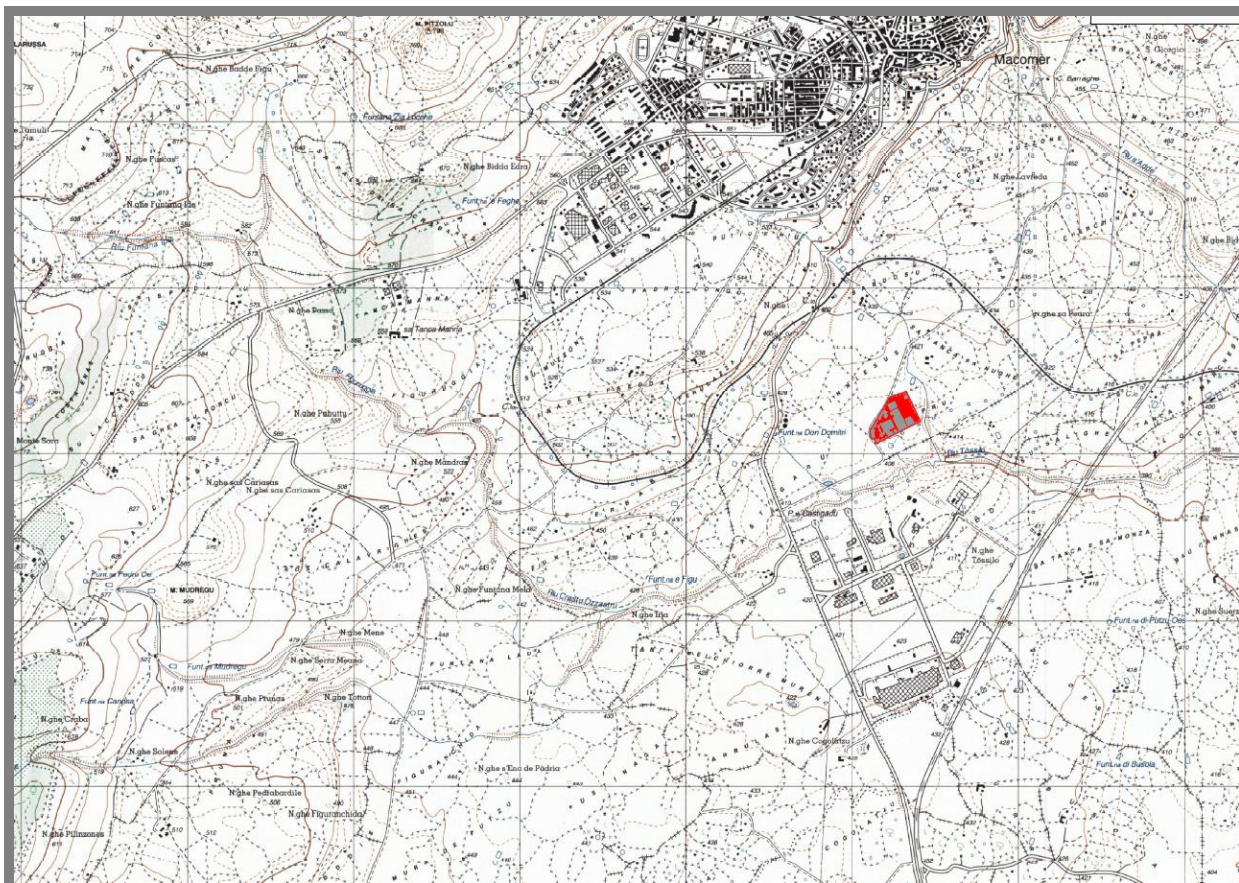


Figura 4: Inquadramento territoriale su carta CTR 1:25.000 Serie 25, F° 498 sez. III – MACOMER - Ubicazione intervento (in rosso)

L'ubicazione dell'intervento, secondo quanto indicato nel Piano Particolareggiato, è nell'area territoriale che costituisce l'*Agglomerato Nord* della zona industriale di Tossilo, totalmente compreso nell'ambito amministrativo del Comune di Macomer e, più precisamente nell'area di nuova espansione della zona industriale di Tossilo.

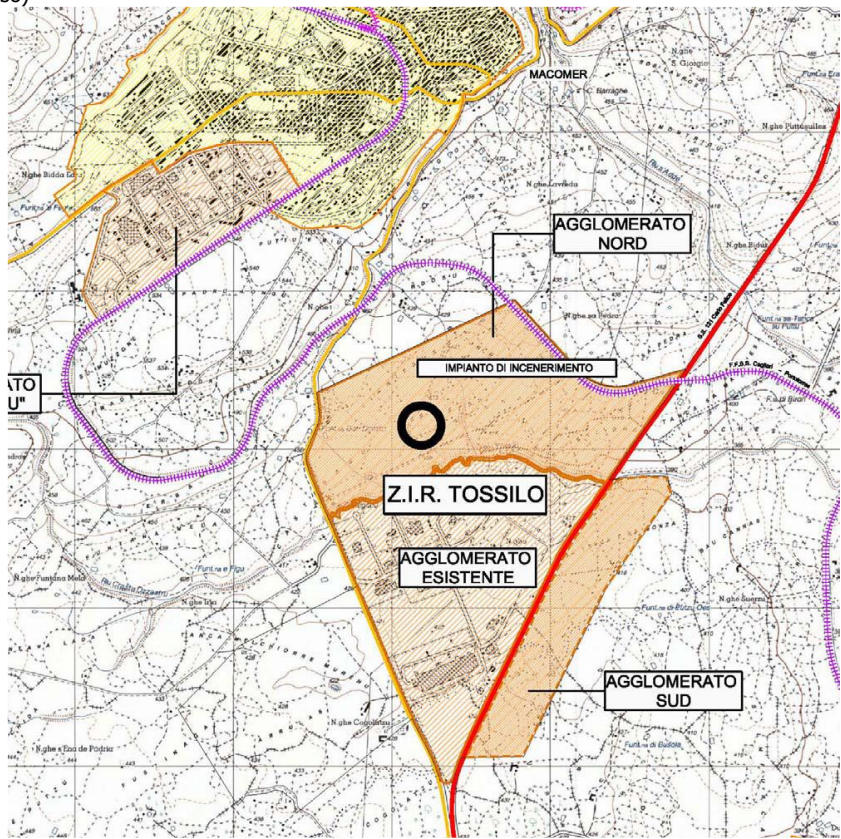
L'*Agglomerato Nord* risulta definito, al contorno, dai seguenti elementi territoriali:

- l'alveo del *Rio Tossilo*, che individua il limite dell'Agglomerato nord nella direttrice sud;
- il tracciato della *ex S.S.131*, che costituisce il limite dell'Agglomerato nella direttrice nord - ovest;
- il tracciato della *S.S. 131 "Carlo Felice"*, che delimita l'Agglomerato nella direttrice sud - est;
- il tracciato della *linea ferroviaria Cagliari – Olbia*, che definisce l'Agglomerato nella direttrice est;
- sul versante nord l'*Agglomerato Nord* è delimitato da una linea ideale che congiunge l'attuale sovrappasso ferroviario con l'asse stradale della *ex S.S. 131*, in modo parallelo

all'andamento dell'attuale strada di servizio alla centrale tecnologica, lateralmente al percorso d'alveo del *Riu Tossilo*.





Figura 5: Ubicazione su foto satellitare dell'Agglomerato Nord della zona industriale di Tossilo con evidenziata l'area di intervento (in rosso)



L'impianto di incenerimento è identificato catastalmente al foglio 48 mappale 22.



Figura 6: Ubicazione su cartografia catastale - Foglio nr.48 P.Ila 22

	GARA PER LA REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	Relazione generale	PAG. 31/299	

5. ALLESTIMENTO GENERALE DELL'AREA: AREE DI CANTIERE E PREPARAZIONE DEL SITO

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

La progettazione del cantiere, infatti, ha seguito 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 state 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 e premontaggi elettromeccanici
- aree dedicate ai parcheggi (quello riservato al personale degli uffici e quello destinato alle maestranze).

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



Sono stati compiutamente individuati 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 consente la possibilità dello 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 è stato 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 guardiania 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.

	GARA PER LA REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	Relazione generale	PAG. 32/299	

81/08 e successive integrazioni e modifiche) che definisce in dettaglio le dimensioni e le installazioni minime necessarie.

5.1 PREDISPOSIZIONE AREA DI CANTIERE

L'area di cantiere necessaria è stata stimata in circa 5'850 m², una superficie particolarmente estesa per poterne prevedere la localizzazione all'interno dell'area più stretta, individuata dal progetto preliminare, coincidente con l'ambito di intervento. per tale ragione, per garantire adeguate condizioni operative in sicurezza per il personale addetto alla realizzazione del nuovo impianto e minimizzare le interferenze con il personale della Stazione Appaltante, si è individuata un'area utile a nord-ovest dell'impianto esistente e di proprietà. tale area ,sarà alla fine adeguatamente sistemata per consentire di realizzare quegli interventi di mitigazione ambientale previsti nello studio d'impatto allegato al progetto.

La suddetta area è stata quindi definita in funzione:

1. della superficie utile strettamente necessaria per le funzioni in essa previste,
2. della conformazione del terreno esistente e
3. della riduzione al minimo dell'impatto ambientale salvaguardando la presenza di alberature autoctone.

Quindi l'area destinata al baraccamento, allo stoccaggio e a tutte quelle attività preliminari alla realizzazione dell'opera, risulta essere distaccata dall'area interessata dagli interventi, e sarà necessario realizzare una nuova viabilità provvisoria di cantiere al fine di mettere in comunicazione le stesse.

Tutta l'area di cantiere sarà pavimentata con uno strato di stabilizzato, per uno spessore adeguato e in aggiunta, per la viabilità destinata alla circolazione dei mezzi d'opera è prevista la stesura di TNT.

Tutta l'area di cantiere eccetto la viabilità di collegamento è recintata con rete a pannelli modulari zincati a norma , infissi in basamenti in cls mobili.

E' prevista la realizzazione della rete di adduzione elettrica mediante collegamento ai punti di consegna ENEL presente nei pressi dell'entrata principale dell'impianto esistente, dalla cabina elettrica di cantiere si dirama l'alimentazione ai quadri elettrici secondari distribuiti puntualmente su tutta l'area.



E' prevista la realizzazione della rete provvisoria di adduzione acqua potabile mediante connessione alla rete esistente.

Per lo scarico delle acque nere è prevista una rete principale a gravità in PVC Ø 200 con scarico nella rete fognaria esistente che corre lungo la strada statale 129.

E' prevista la realizzazione della rete di messa a terra , della rete di illuminazione esterna, dell'area di cantiere e dell'area interessata dalle lavorazioni e della rete telefonica.

In tutta l'area di cantiere sarà garantita una adeguata sorveglianza.

Infine è prevista su tutta l'area la dislocazione della segnaletica di cantiere, necessaria alla tutela della sicurezza dei lavoratori.

	GARA PER LA REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	Relazione generale	PAG. 33/299	

In virtù della contemporanea presenza dei fornitori delle componenti elettromeccaniche e delle opere civili, il *lay out* dell'area di cantiere funzionale alla realizzazione del nuovo impianto di termovalorizzazione viene suddivisa in quattro zone principali per soddisfare le diverse esigenze:

- cantieristica parte elettromeccanica;
- cantieristica parte civile;
- spazio libero e piste per i veicoli;
- impianto di cantiere e Direzione Lavori.



Per ciascuna zona, esclusa quella destinata allo spazio libero e piste per i veicoli, sono stati previsti gli spazi necessari per i parcheggi dei veicoli del personale cui sarà consentito l'accesso con i mezzi all'interno del cantiere, le aree di sosta per i mezzi di trasporto e le aree per le baracche e i prefabbricati con le diverse funzioni quali la Direzione Lavori, lo spogliatoio ed i servizi igienici, il deposito attrezzature.

Si è deciso di avere un unico accesso al cantiere, in modo che sia possibile avere un controllo diretto sulla circolazione di persone e materiale; l'intera area di cantiere dovrà quindi essere opportunamente recintata ed organizzata in maniera tale da non interferire con il normale esercizio del limitrofo impianto che dovrà continuare a svolgere il proprio servizio.

5.2 FASE REALIZZATIVA

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 protezioni 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

	GARA PER LA REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSIOLO	REV. 0	
Relazione generale		PAG. 34/299	

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.

- 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.

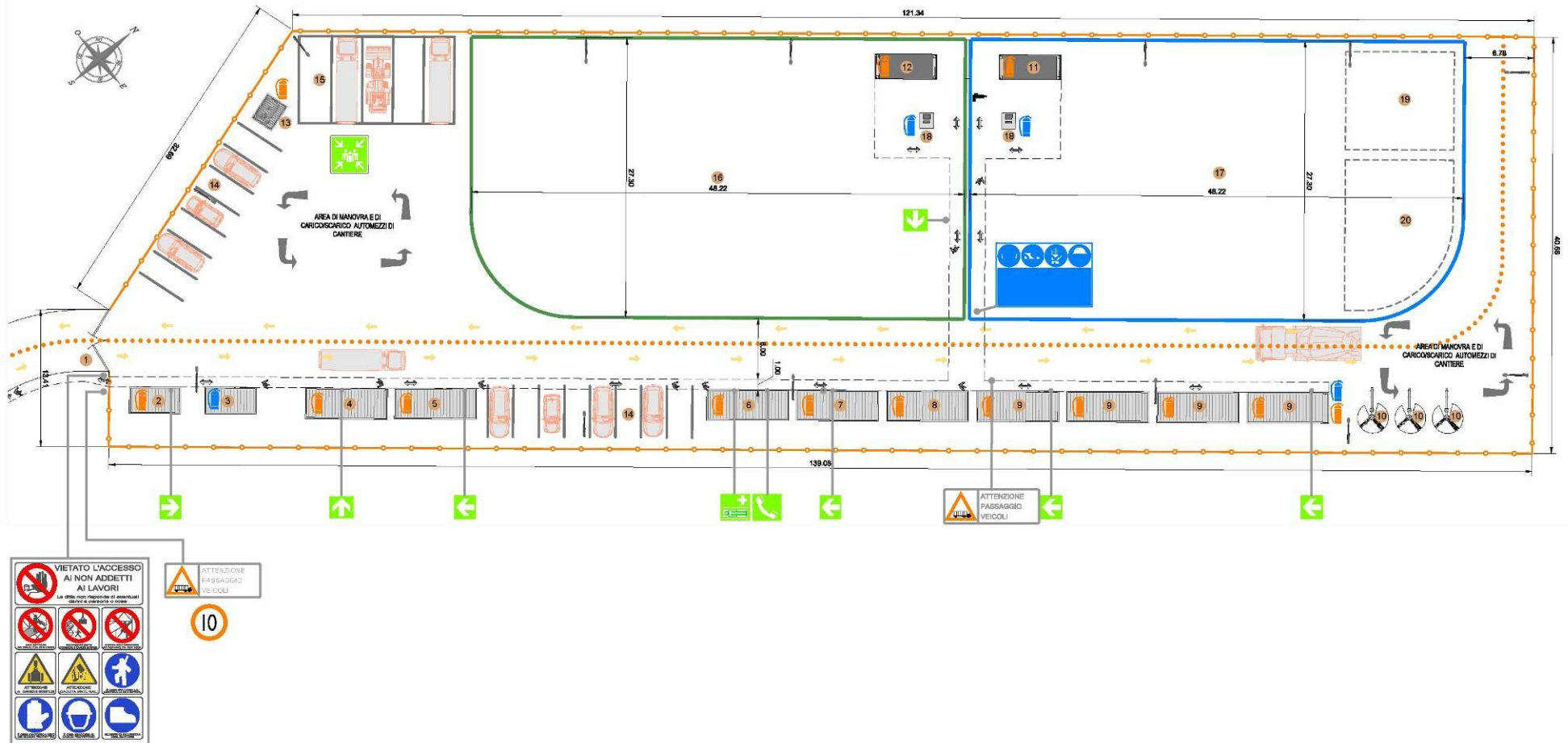
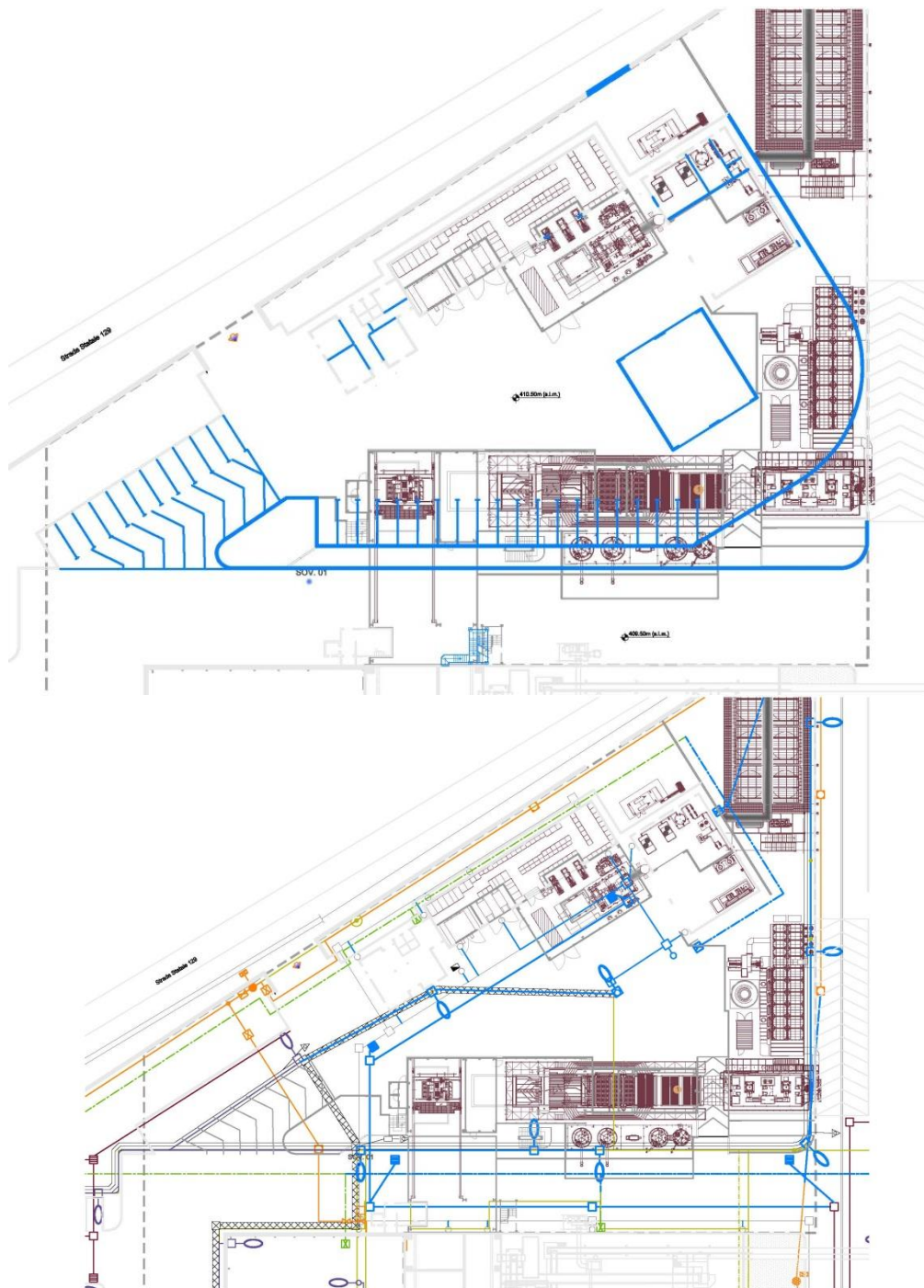




Figura 7 Lay out area cantierizzazione

5.2.1 Preparazione del sito

Preliminarmente si procederà ad effettuare tutte le attività di demolizione e smontaggio, ossia:

- Smontaggio e rimozione di tutte le dotazioni elettromeccaniche dell'edificio di lavaggio e ingrassaggio
- Demolizione dell'edificio di lavaggio e ingrassaggio
- Demolizioni delle tramezzature dell'edificio Servizi, Autorimessa e Officina
- Rimozione della rete elettrica dell'edificio Servizi, Autorimessa e officina
- Rimozione delle reti esistenti interferenti



	GARA PER LA REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	Relazione generale	PAG. 37/299	

Una successiva fase riguarda la preparazione del terreno per cui si prevede una scarifica delle aree attualmente asfaltate e destinate ad ospitare le nuove opere con conseguente asportazione del materiale in esubero.

Gli scavi più rilevanti (per un complessivo di 5'640 m³ circa) sono relativi:

- al *bunker* della fossa scorie;
- all'edificio forno-caldaia;
- alla palazzina ospitante il ciclo termico.

Le indagini geognostiche consentono di considerare il terreno di scavo come materiale idoneo per sottofondo, e quindi una parte del terreno di scavo sarà riutilizzato per sottofondo, livellamenti, riempimenti, formazione di rilevati e di scarpate: si prevede di riutilizzarne circa il 35% per gli scopi succitati.

Una ulteriore voce significativa nel computo riguarda gli scavi per reti interrate (cunicoli tubazioni, fogne e vie cavi), che interesseranno circa 650 m³ di materiale, quasi interamente riutilizzabile per i successivi riempimenti.

Per quanto riguarda invece il materiale di scavo non riutilizzabile in loco, lo stesso potrà essere utilizzato in altri interventi, ai sensi del *Decreto Ministero dei Lavori Pubblici 19 aprile 2000, n.145*, in quanto sulla base delle indagini geognostiche tale materiale risulta idoneo per sottofondi, o formazione di rilevati e di scarpate.

5.2.1 Fasi successive del cantiere

La fase successiva riguarda la costruzione grezza dell'edificio avanfossa, del prolungamento dell'edificio ospitante i carriponte, nonché dell'edificio caldaia, le cui opere di fondazione sono previste in calcestruzzo e quelle in elevazione in acciaio, e dell'edificio ciclo termico, strutturalmente analogo all'edificio caldaia. Parimenti si procederà a realizzare i basamenti delle varie componenti la linea fumi, del condensatore e del camino. Tutte le parti in calcestruzzo verranno realizzate prima che l'impresa generale elettromeccanica inizi il proprio lavoro di montaggio; l'impresa edile costruirà quindi la parte fossa scorie e la parete separatoria in corrispondenza della tramoggia di carico.

Una volta terminata questa fase, la ditta elettromeccanica potrà iniziare i montaggi posizionando le diverse apparecchiature nei vari edifici.

Quando i lavori di montaggio grezzo saranno terminati, l'impresa edile provvederà al montaggio della carpenteria metallica, del tetto e delle facciate, sia della parte caldaia che della parte linea fumi, oltre che dei vari tamponamenti e scale secondarie.

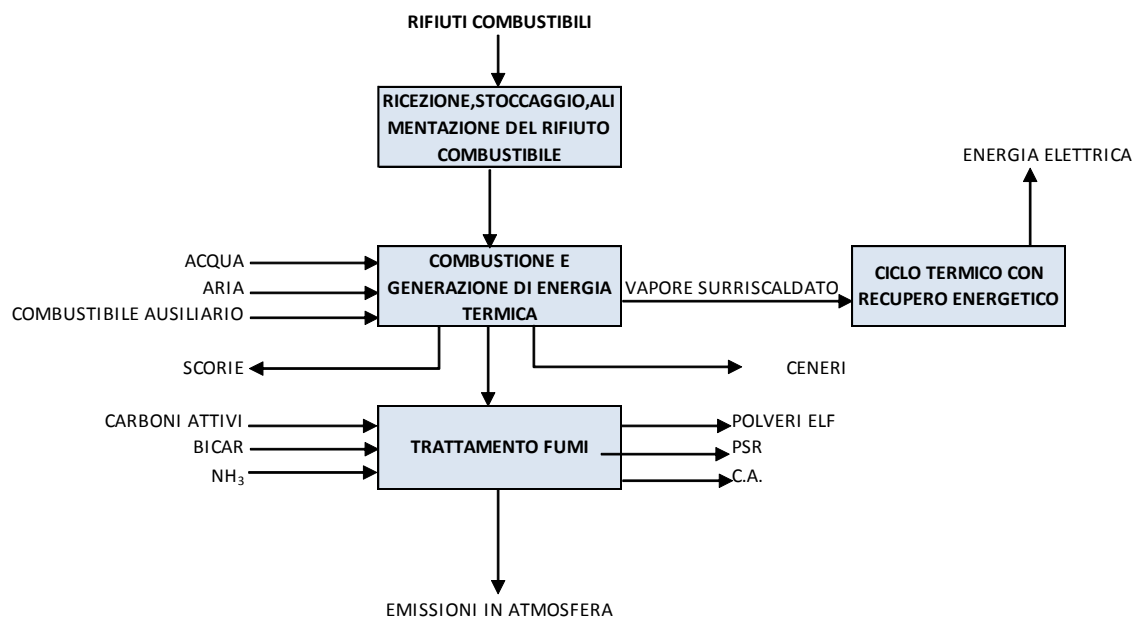
I lavori di montaggio fine, così come i lavori di finitura, saranno effettuati successivamente quando verrà ridotta l'area cantiere elettromeccanica.

Ultimati i lavori di costruzione e di montaggio, si provvederà alla sistemazione esterna del sedime.

6. DESCRIZIONE DEL PROCESSO

L'impianto oggetto del presente progetto è costituito da una nuova linea di termovalorizzazione, che 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 livello progettuale, illustrati nei successivi paragrafi.



Figura 8 Vista assometrica generale nuovo impianto

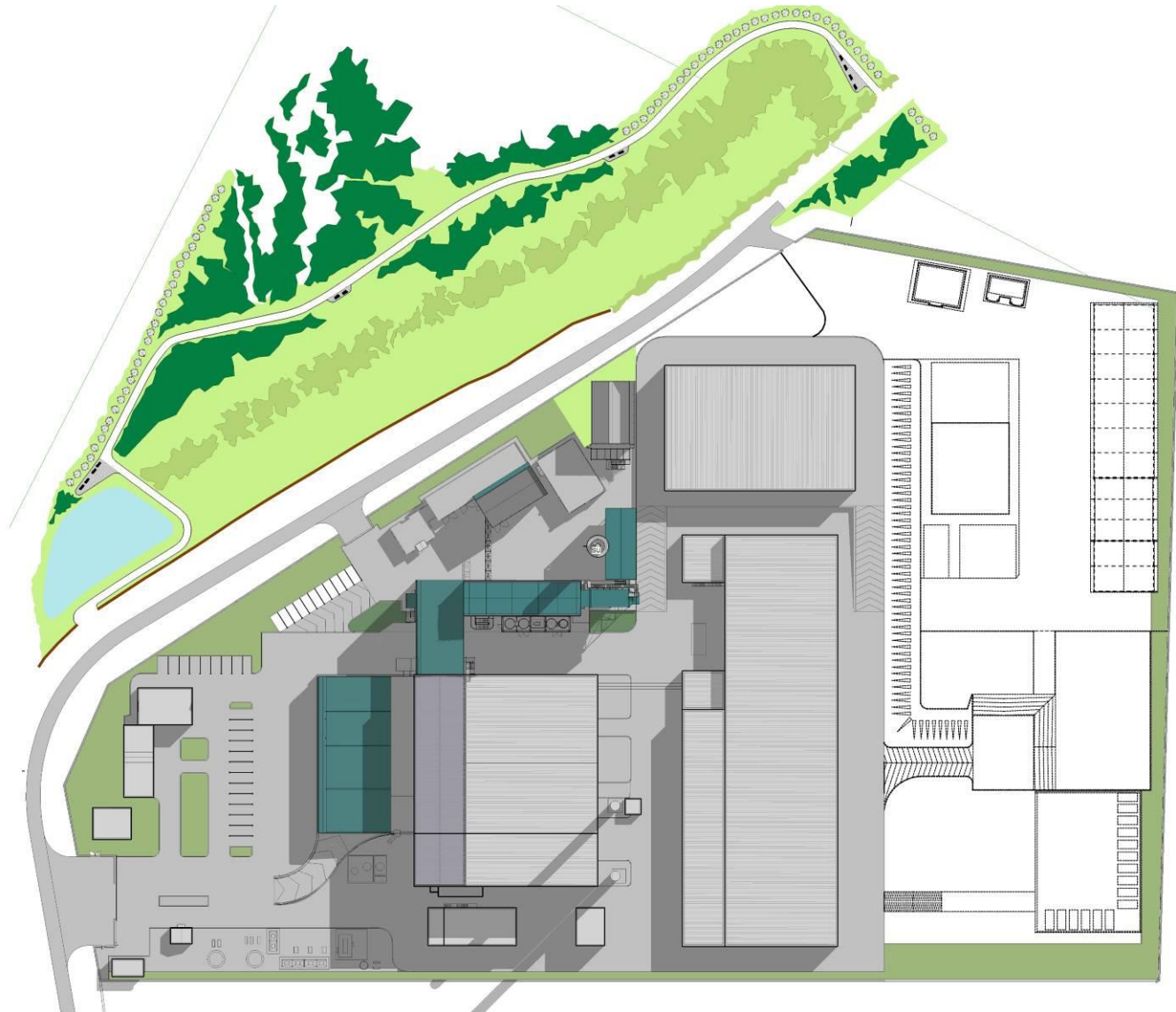


Figura 9 Planimetria generale. Completa delle aree di pertinenza

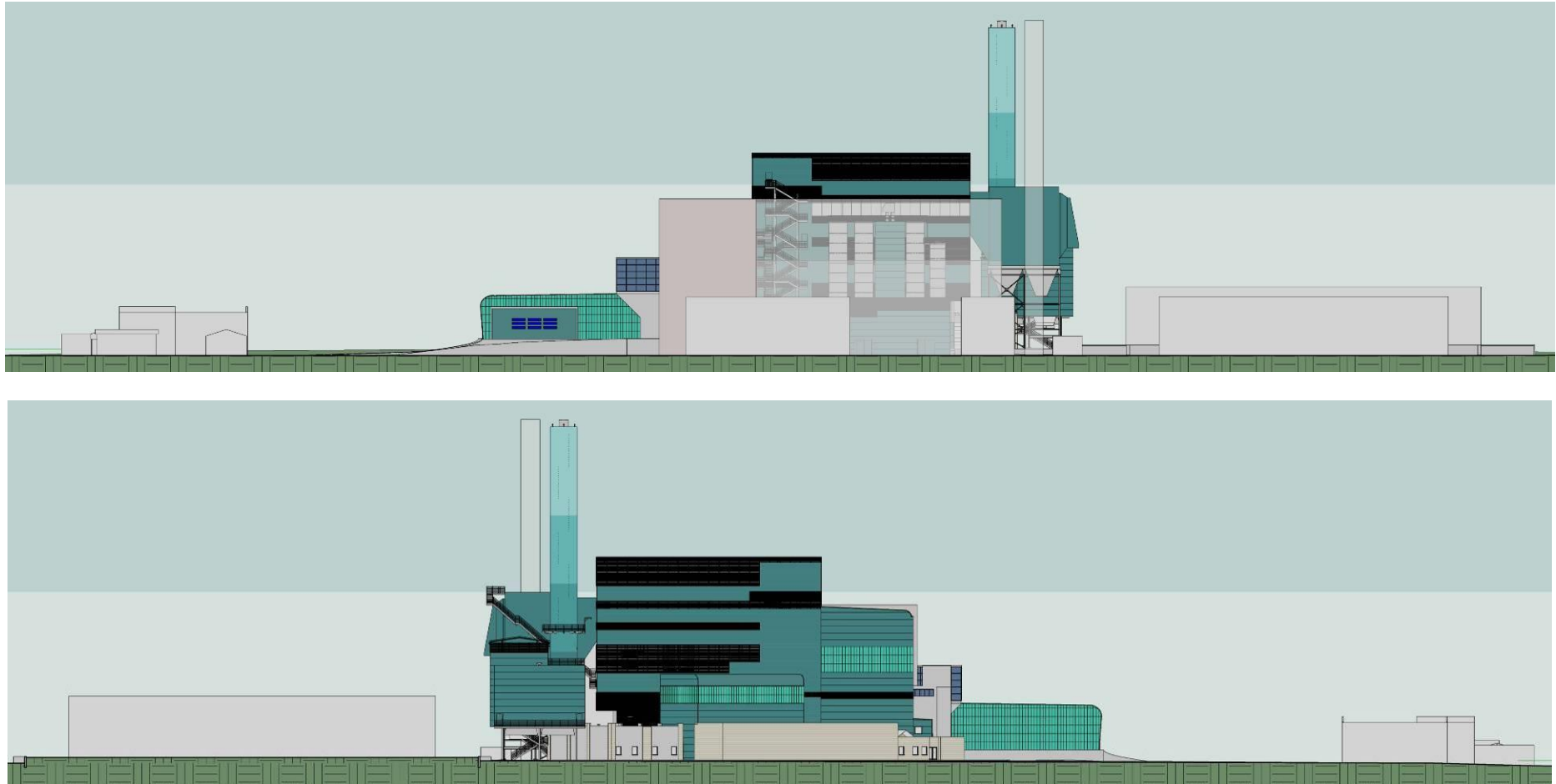


Figura 10 Viste generali d'impianto 1 di 2

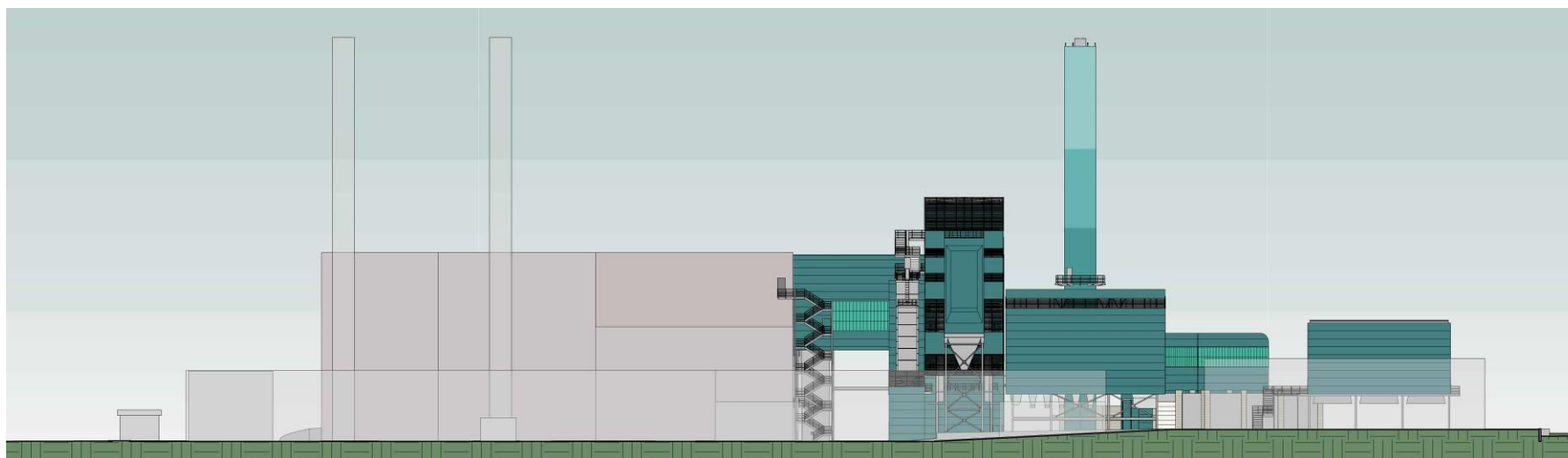


Figura 11 Viste generali d'impianto 2 di 2

7. RICEVIMENTO, STOCCAGGIO E MOVIMENTAZIONE RIFIUTI

7.1 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 dei rifiuti conferiti; è previsto l'inserimento sul percorso di accesso all'impianto esistente di un portale per la rilevazione di elementi potenzialmente radioattivi.

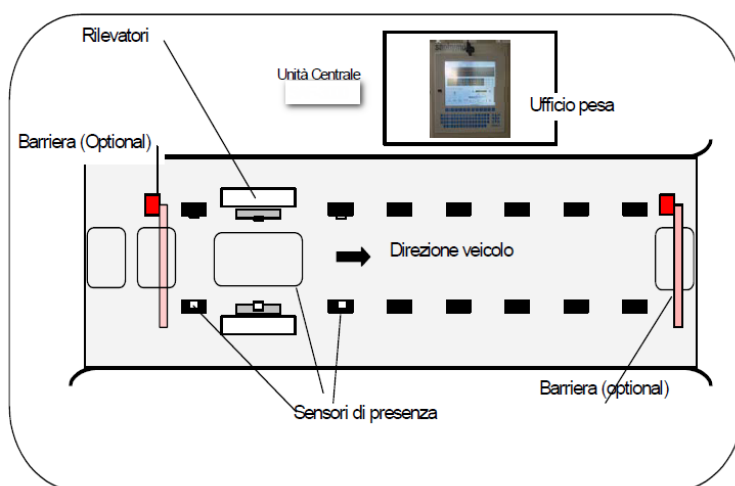
Prima di accedere in impianto, quando ancora si trova sugli automezzi di conferimento, il rifiuto è sottoposto al controllo radioattività tramite un sistema di monitoraggio dinamico a portale. Il sistema consente di rivelare la presenza di sorgenti radioattive tramite la rilevazione della radiazione gamma.

Esso esegue il monitoraggio in modo dinamico: i veicoli vengono cioè sottoposti a scansione mentre passano attraverso l'area di misura senza fermarsi; è comunque prevista la possibilità di controlli in modo 'statico' con sosta al di sotto del portale. Quando non ci sono veicoli da misurare, il sistema esegue continui aggiornamenti del fondo (la radioattività naturale sempre presente in ogni luogo, ma che varia a seconda del luogo, dell'ora e delle condizioni atmosferiche). Quando i sensori di prossimità segnalano l'arrivo di un veicolo, il sistema interrompe l'aggiornamento del fondo ed attiva la misura. In caso di superamento della soglia prevista, il sistema aziona l'allarme.

7.1.1 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.

In corrispondenza della pesa esistente sarà installato un sistema di monitoraggio e controllo della radioattività dei rifiuti in entrata all'impianto.





Il sistema sarà realizzato appositamente per la rilevazione di deboli sorgenti radioattive all'interno di veicoli in ingresso.

Il sistema previsto consiste in 2 rivelatori a scintillazione plastica (serie DSP e/o CDM per rilevazione neutroni) connessi ad un'unità centrale di gestione IPC-3000.

Il sistema è completamente automatico e progettato per

operare nelle più pesanti condizioni d'esercizio.

Il sistema previsto in progetto può operare in modalità dinamica o statica senza alterare l'affidabilità di rilevazione, tramite i rivelatori a scintillazione plastica e/o He tubes.

	GARA PER LA REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	Relazione generale	PAG. 44/299	

Il principio di funzionamento consiste nel controllare ogni veicolo che transita nel portale, tra i rivelatori montati su ogni lato dell'area di verifica (ai margini della pesa).

Il sistema esegue il monitoraggio continuo della soglia ambientale (BKG) per verificare eventuali anomalie di esercizio o ambientali. All'approssimarsi del veicolo da controllare, il sistema passa automaticamente in misurazione calcolando le migliori soglie di allarme in relazione al minore numero possibile di falsi allarmi, analizzando in tempo reale, e quindi compensando, la fluttuazione del fondo ambientale per effetto della schermatura del mezzo da controllare (utilizzo algoritmi ATECM).

Al termine di ogni controllo, viene salvato nel database interno un rapporto riepilogativo di tutti i dati della misurazione (data, ora, background, valori min e max, allarmi, note personalizzabili) che può essere anche stampato come certificato.

In caso di un allarme, un segnale acustico e visivo è automaticamente generato dall'unità centrale e dal segnalatore remoto. È inoltre possibile la visualizzazione a schermo per gli utenti di messaggi personalizzabili in caso di allarmi/anomalie.

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

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

Oltre al controllo radioattività, rientra nella attività di ricevimento dei rifiuti anche il sistema di pesatura. La pesatura degli automezzi di trasporto materiali è comunque effettuata non solo in ingresso ma anche in uscita dall'impianto. La pesatura riguarda infatti sia i rifiuti che tutti gli altri materiali che entrano ed escono dall'impianto: scorie, residui, reagenti, materiali recuperati, materiali da inviare in discarica, ecc.

Il conferimento dei rifiuti all'impianto di termovalorizzazione avviene con i normali mezzi di raccolta gommati. Nella fossa di stoccaggio i rifiuti comunque continuano prevalentemente a pervenire attraverso un nastro trasportatore proveniente dal limitrofo impianto di pretrattamento dei RU.

Ogni veicolo adibito al conferimento rifiuti avrà un codice identificativo del mezzo ed il carico sarà registrato automaticamente. L'automezzo arriva in prossimità della pesa ed, invadendone le fotocellule, attiva un consenso temporizzato all'antenna per il riconoscimento del mezzo; il software, interfacciandosi direttamente con il terminale di pesatura, riceve il peso (anche nel caso di inserimento manuale del mezzo) ed effettua la registrazione del movimento di contabilità rifiuti con stampa dell'attestato di presa in carico (con valore fiscale). È possibile anche l'acquisizione del peso senza la necessità di sosta dell'automezzo sulla pesa (modalità di pesatura DINAMICA).

Un ulteriore strumento previsto dal progetto per mantenere sotto controllo ciò che viene conferito presso l'impianto è costituito dall'analisi a campione sui carichi in arrivo.

Gli automezzi di conferimento, dopo le verifiche ed i controlli descritti, raggiungono l'*avanfossa*, un locale completamente chiuso e posto in depressione di nuova realizzazione antistante le bocche di scarico. Tale locale rimane in depressione per evitare la fuoriuscita di odori.

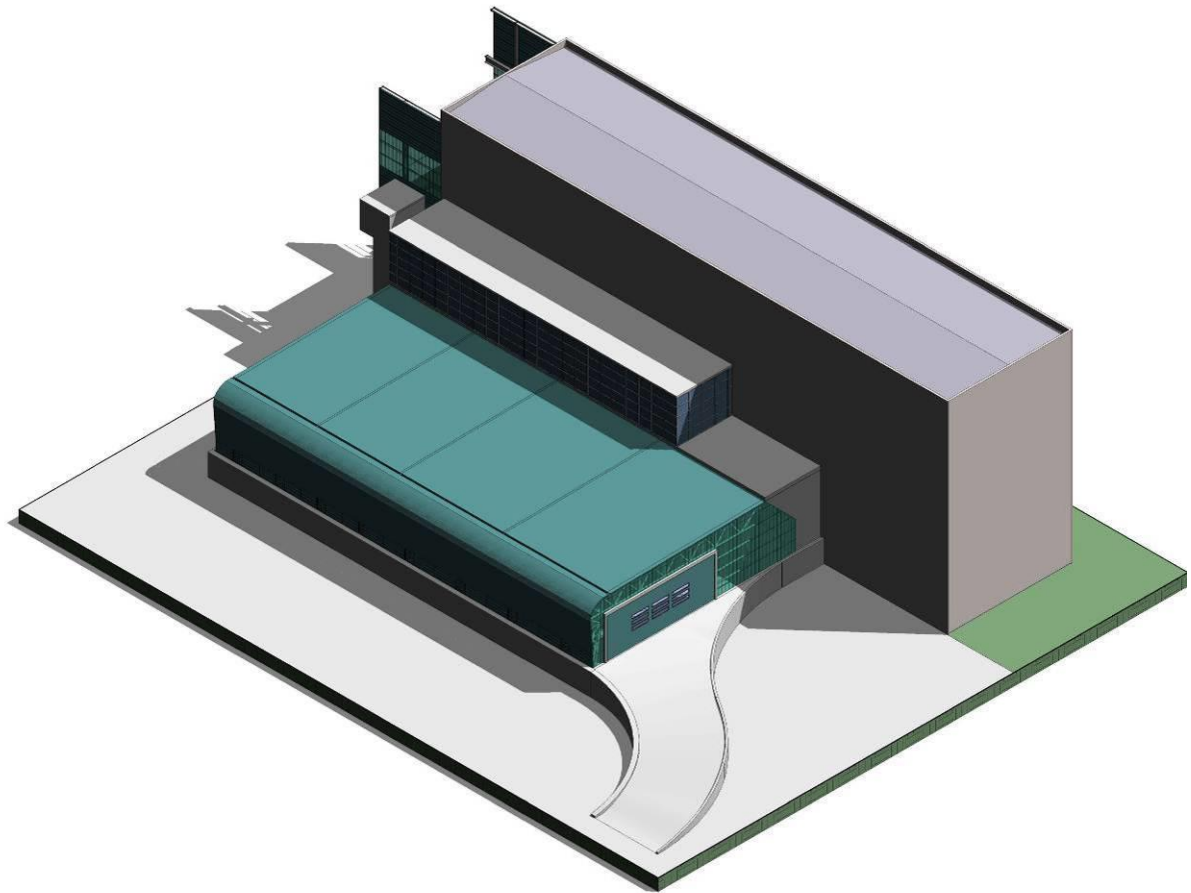


Figura 12 Vista assometrica del nuovo edificio avanfossa in aderenza all'edificio fossa rifiuti esistente

Il nuovo edificio avanfossa è stato studiato in maniera tale da garantire il completo raccordo con l'esistente edificio fossa rifiuti. In particolare è stato previsto l'impiego di una struttura reticolare in acciaio, protetta sia sotto il profilo della resistenza al fuoco con vernice intumescente oltre che rispetto alla corrosione.

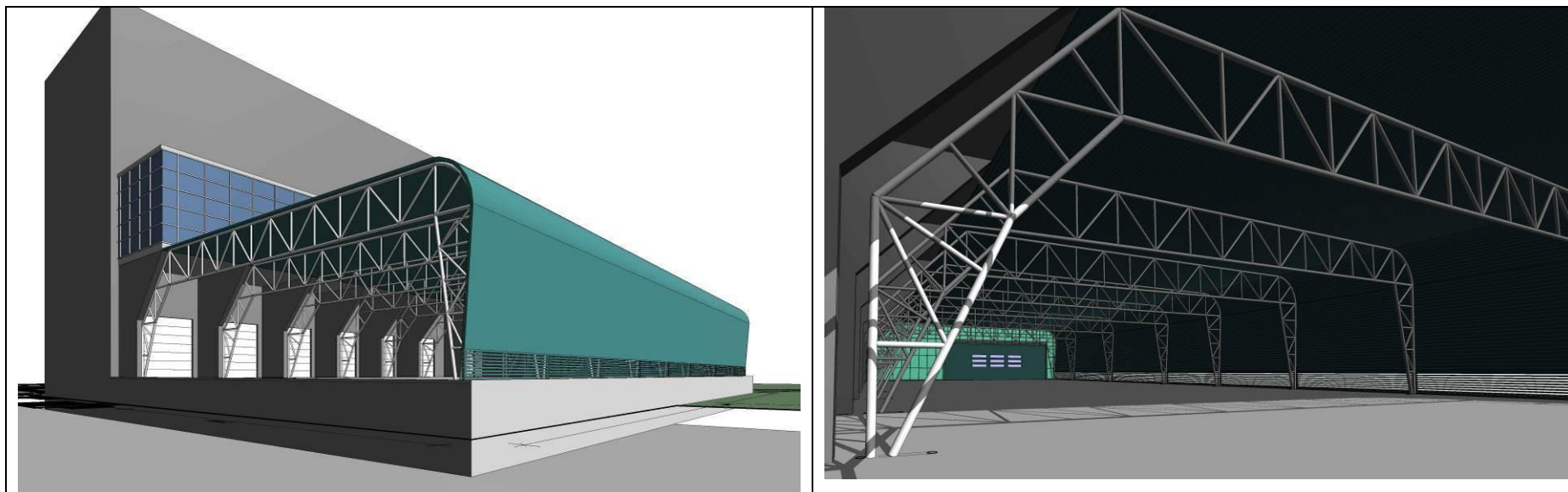


Figura 13 Dettaglio degli elementi strutturali e progettuali dell'edificio avanfossa

La scelta di tale soluzione strutturale è strettamente legata alla necessità di garantire ampi spazi interni privi di ostacoli e quindi di maggiore garanzia sotto il profilo strettamente operativo-gestionale. Tuttavia la soluzione proposta assume anche una valenza architettonica trattandosi della zona di interfaccia tra l’impianto ed il sistema dei con feritori esterni, oltre che dei visitatori.

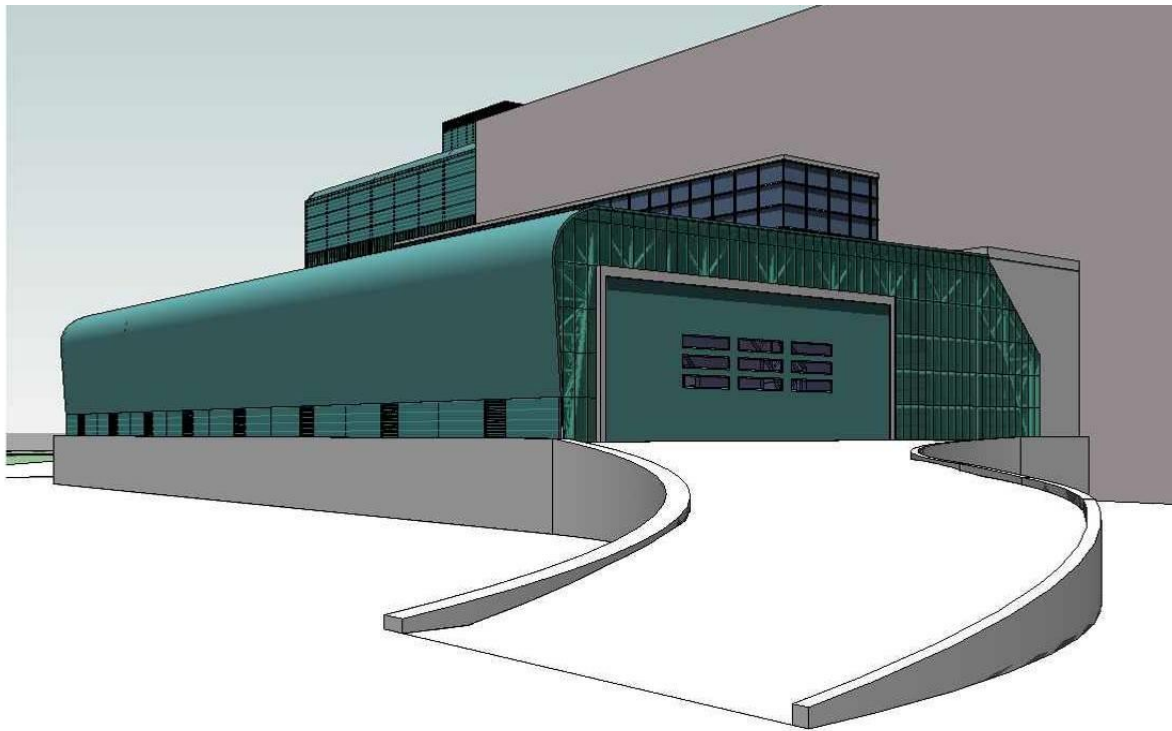


Figura 14 Vista assonometrica esterna dell'avanfossa e del relativo accesso.

7.2 SEZIONE DI STOCCAGGIO

La fossa esistente è già dotata di un sistema di impermeabilizzazione tale da consentire le opportune verifiche di tenuta e, qualora sia necessario intervenire, tale da agevolare le operazioni di manutenzione. La scelta del materiale garantisce anche la resistenza agli urti meccanici della benna nonché all'aggressività chimica del percolato.

Le caratteristiche di accumulo della esistente fossa stoccaggio della frazione a valenza combustibile sono quelle di seguito evidenziate:

- 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: 7,64 t/h

ne consegue una capacità di stoccaggio:

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

All'interno della fossa i rifiuti sono mescolati tramite uno dei due carroporti , uno di riserva all'altro, ciascuno dotato di benna a polipo.



Le benne servono anche a trasferire il rifiuto dalla fossa alla tramoggia di carico che convoglia il rifiuto nella zona di combustione. E' il rifiuto stesso ad isolare la camera di combustione dal vano antistante, in depressione rispetto all'esterno, evitando ritorni di fiamma.

Il carroporte con relativa benna è manovrato da un gruista, la cui cabina è posta su di un lato del vano della fossa, in posizione rialzata e con ampia vetrata, in modo da consentire la totale visibilità della fossa.

La cabina (che si trova in leggera sovrappressione) è dotata anche di monitor a circuito chiuso per dare al gruista un ulteriore grado di sorveglianza su alcune specifiche operazioni. I rifiuti, opportunamente miscelati dall'operatore, sono caricati a mezzo del carroporte nella tramoggia del forno.

Durante il normale funzionamento dell'impianto l'aria presente in fossa e nell'avanfossa viene aspirata ed inviata in caldaia come aria primaria di combustione con un numero di ricambi orari nelle condizioni di marcia nominale da ~2 a ~3 a seconda del grado di riempimento della fossa.

Lo schema funzionale del sistema aria primaria è desumibile dallo schema tridimensionale di seguito riportato:

	GARA PER LA REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	Relazione generale	PAG. 49/299	

7.2.1 Sistema di controllo e deodorizzazione arie esauste

L'aspirazione dell'aria dall'ambiente "fossa/avanfossa rifiuti" è realizzata con griglie di presa, che convogliano l'aria per mezzo di canalizzazioni fino alle unità di filtrazione e di espulsione in atmosfera.



Qualora la linea risulti ferma, l'aria viene convogliata ad un sistema di deodorizzazione di emergenza (barriera osmogena) , attraverso la quale vengono abbattute le componenti potenzialmente odorigene.

La barriera osmogena 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 osmogena 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.
- 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.

7.2.2 Sistema di ricezione e stoccaggio dei rifiuti

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

- ricezione dei rifiuti (piazze avanzfossa);
- stoccaggio dei rifiuti;
- alimentazione dei rifiuti alle linee di combustione.

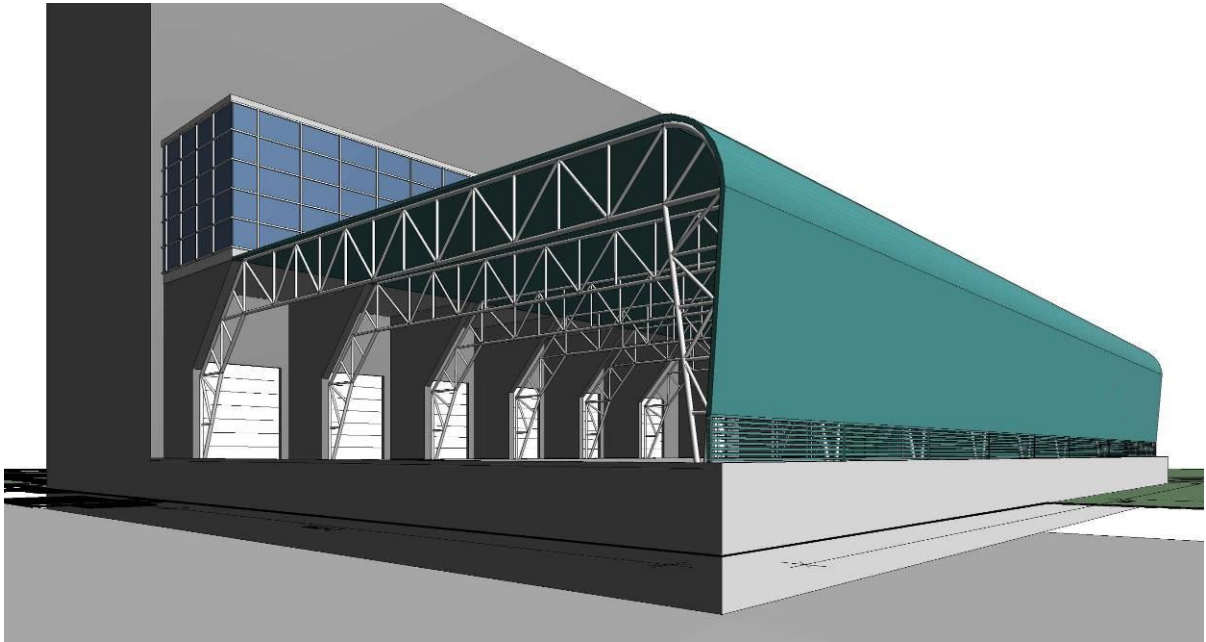


Figura 15 Vista dell'avanfossa e della connessione con i portoni della fossa rifiuti

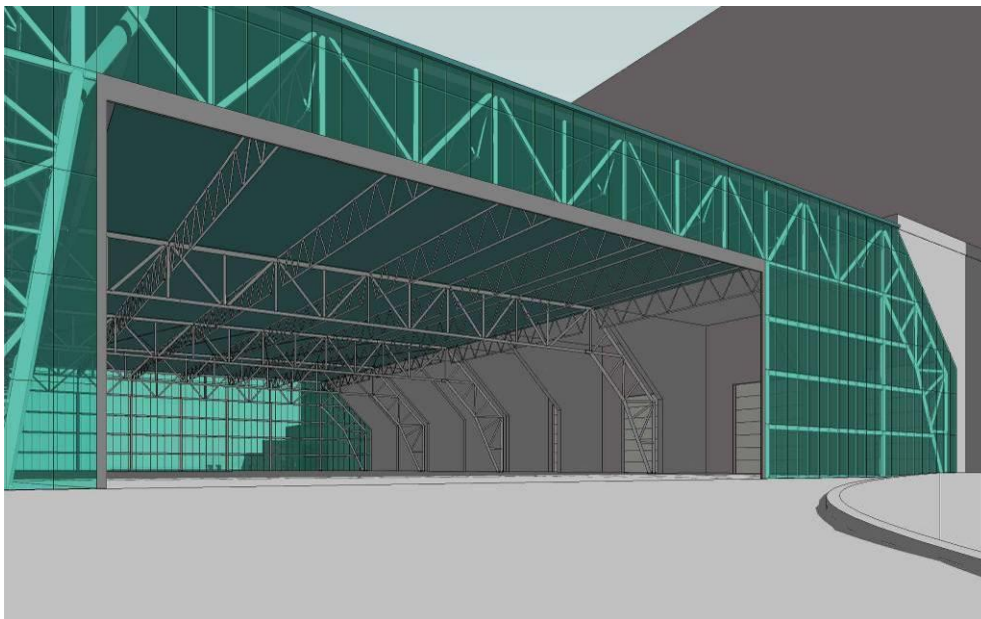


Figura 16 Sezione dell'area di ricevimento e della fossa rifiuti

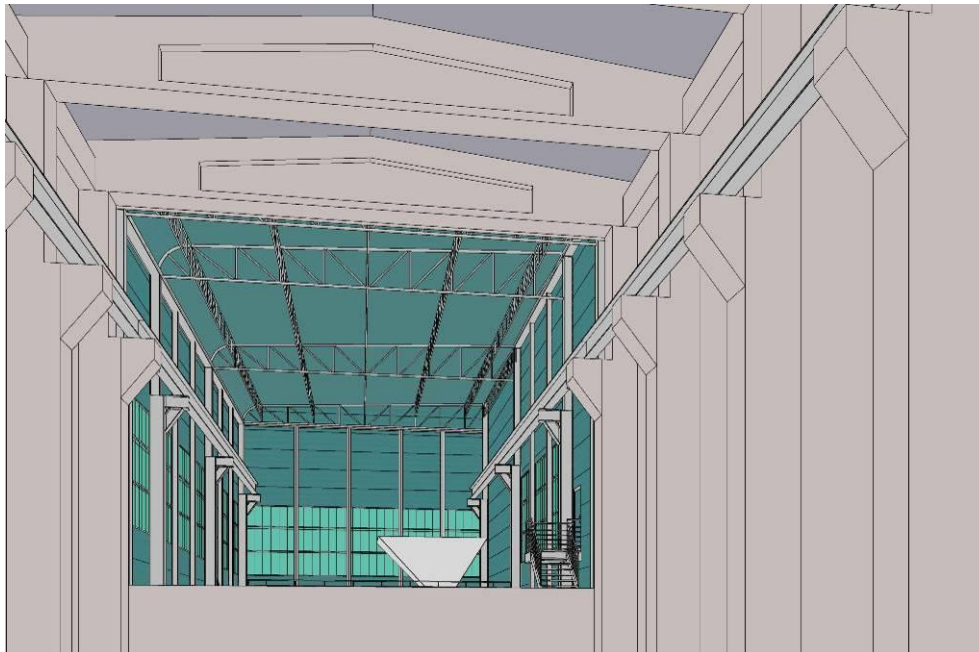


Figura 17 Vista assonometrica ampliamento fossa rifiuti esistente

Il piazzale al momento prospiciente i portoni della fossa di stoccaggio del rifiuto combustibile è completamente coperto, e posto in depressione, per evitare la possibile diffusione di odori all'esterno.

7.2.2.1 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.

7.2.2.2 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 restante 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.

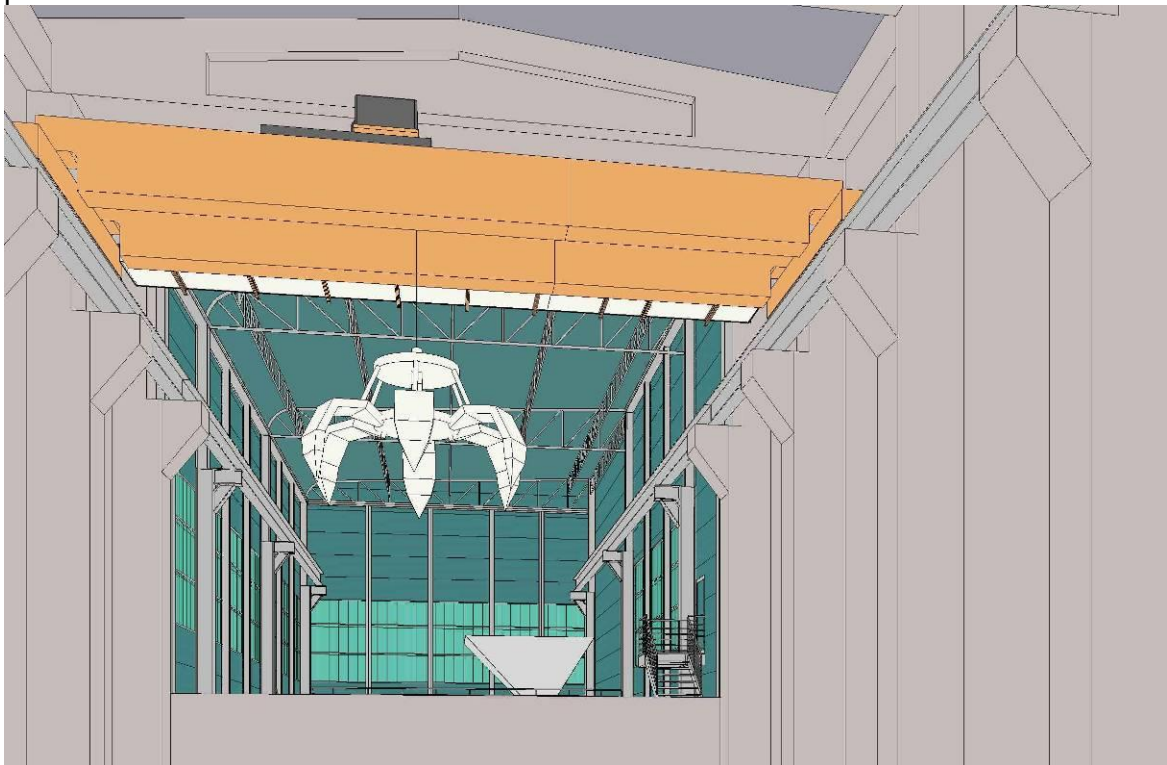


Figura 18 Dettaglio carroponete zona alimentazione combustibile

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 carroponte, 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 carroponte 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 al CTN ~185 t
- massima lunghezza di lavoro delle vie di corsa ~86 m

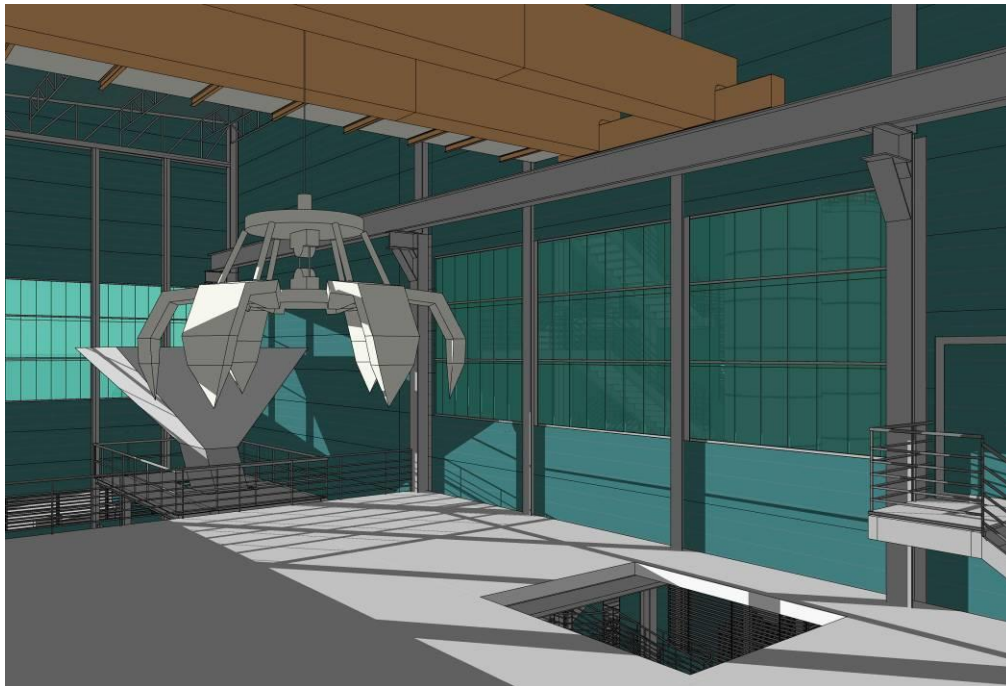


Figura 19 Dettaglio area nuovo calo benna

7.2.2.3 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/m^3
- portata media scorie prodotte: $0,912 \text{ t/h}$

ne consegue un fabbisogno di capacità di stoccaggio giornaliero pari a circa 24 m^3 :

Per garantire una capacità di stoccaggio di 8 gg. occorreranno circa 175 m^3 , 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

La capacità effettiva di accumulo della fossa scorie è stata ampliata a 200 m^3 .

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.



Figura 20 Dettaglio carro ponte fossa scorie

La nuova fossa scorie risulta gestita da una postazione di comando del carro ponte scorie posta in un zona frontale alla fossa.

- il primo livello a q. 410,5 sml (coincidente con q. 0,00 di progetto) interessato dalla presenza di un servizio igienico dedicato ai gruisti;
- il secondo livello a q. 413,5 sml (coincidente con q. 3,00 di progetto) interessato dalla presenza della cabina gruista;





Figura 21 Vista dall'esterno cabina gruista fossa scorie



Figura 22 Vista dall'interno cabina gruista fossa scorie

Per quanto concerne la gestione dei carriponte ,nel complesso, le postazioni sono state progettate per essere sicure e confortevoli; le poltrone saranno completamente regolabili e sarà installato un impianto di climatizzazione che garantirà l'adeguato mantenimento dei parametri microclimatici. Il locale è limitrofo al servizio igienico dedicato, in modo da evitare il disagio agli operatori di attraversare l'intero impianto.

	GARA PER LA REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	Relazione generale	PAG. 56/299	

7.3 SISTEMA DI DEFERRIZZAZIONE DELLE SCORIE

Le scorie (o ceneri pesanti) vengono separate sul fondo della camera di combustione e la loro produzione è legata al contenuto di inerti nel rifiuto alimentato alla combustione. In media si attestano, nel caso di rifiuti pretrattati, attorno al 10-20% in peso e al 3-8% in volume del rifiuto alimentato.

Sulla base dei dati di analisi elementare forniti dalla Stazione Appaltante nonché di bilancio del presente progetto esse risultano, al CTN, pari a circa 0,91 t/h (~11,9%).

Le scorie sono composte principalmente da silicoalluminati di calcio, magnesio e ferro e presentano una matrice simile a quella delle rocce eruttive come i basalti e i graniti ma con concentrazioni decisamente superiori di metalli. Per ciò che concerne le sostanze tossiche, le scorie sono decisamente meno contaminate rispetto alle ceneri volanti e ai prodotti di reazione derivanti dal processo di termodistruzione dei rifiuti.

Per molto tempo le ceneri pesanti sono state smaltite in discarica in quasi tutti gli stati europei ed extra europei. Negli ultimi decenni, la crescita del costo di smaltimento in discarica dei residui e la mancanza di territorio da adibire a discariche ha reso maggiormente interessante anche dal punto di vista economico il recupero delle scorie. I trattamenti più applicati vanno dal semplice recupero dei metalli in esse contenuti al riutilizzo del materiale inerte nei fondi stradali o come additivo nella produzione di cemento o di materiale da costruzione.

Nel presente progetto il trattamento delle scorie, per le finalità di seguito indicate, viene effettuato mediante separazione fisica delle parti metalliche ferrose previo impiego di separatore magnetico.

Il flusso delle scorie, che attraverso l'estrattore ad umido perviene nella fossa di stoccaggio, viene preventivamente deferrizzato con la triplice finalità di:

- potenziare il grado di recupero dell'impianto;
- ridurre il peso delle scorie prodotte
- migliorarne la qualità per eventuali impieghi alternativi alla discarica.

I metalli separati durante il trattamento delle scorie potranno essere inviati a fonderie e acciaierie dove vengono miscelati con rottami primari e secondari per riprendere nuova vita.

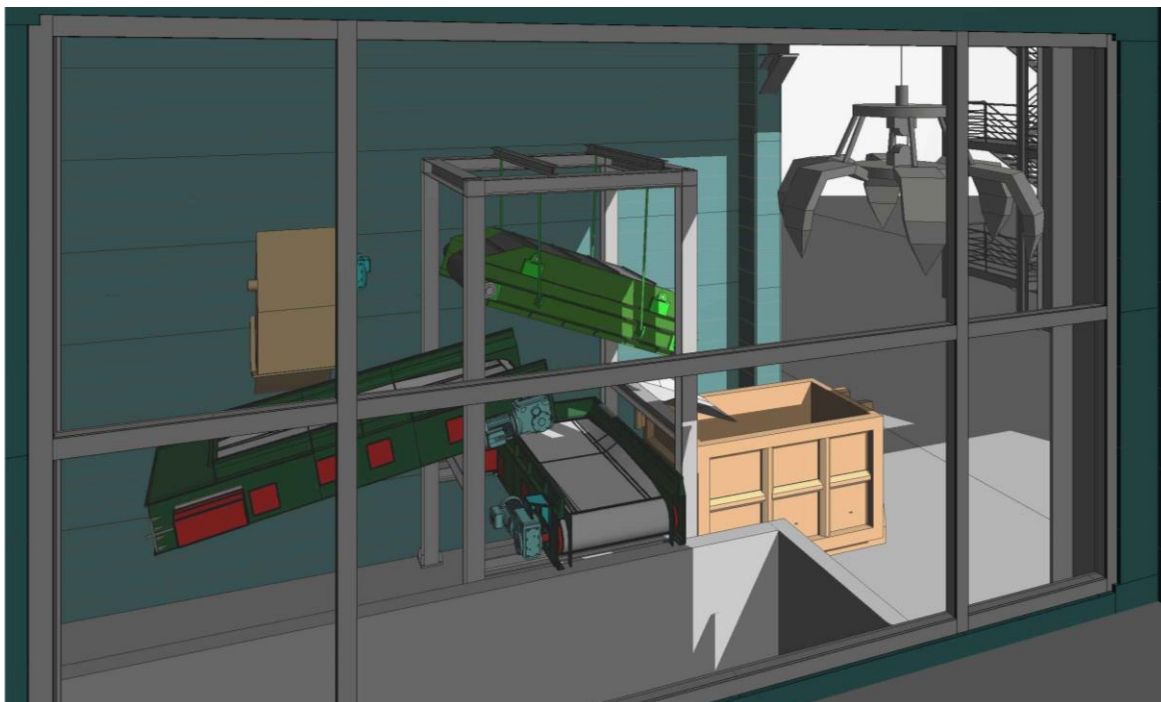




Figura 23 Dettaglio del sistema di deferrizzazione sul flusso scorie e ceneri pesanti.

Il sistema previsto nel presente progetto è costituito da una serie di nastri trasportatori che recuperano il flusso scorie dall'estrattore ad umido e prima di alimentarlo nella fossa scorie, in corrispondenza dell'ultimo salto, viene sottoposto a deferrizzazione mediante l'impiego di un magnete a nastro che deposita il metallo intercettato in un cassone che periodicamente verrà svuotato. Il predetto sistema di deferrizzazione delle scorie è situato nella parte terminale del reddler di estrazione ed è composto dalle seguenti apparecchiature:

- n°2 nastri trasportatori in gomma;
- n°1 deferrizzatore a magnete permanente;
- n°1 container scarrabile.

I trasportatori sono di tipo misto a nastro strisciante e rulli. La parte esterna del tappeto striscia su di un supporto in lamiera, inclinato verso l'interno, che impedisce al prodotto trasportato di incastrarsi contro le sponde di contenimento. La parte centrale del tappeto scorre su rulli per agevolare lo scorrimento. La struttura portante modulare è in profilati di acciaio; tutti gli elementi sono di facile assemblaggio per interventi di smontaggio e manutenzione. Il tappeto è resistente al trasporto di materiale abrasivo, la copertura è in gomma sintetica nera con inserto di 3 tele interne. La testata traino è costituita da un albero lavorato in acciaio C40, sul quale è fissata la puleggia dotata di alette per il trascinamento del tappeto. All'estremità dell'albero, sostenuto da due supporti completi di cuscinetti, il gruppo motoriduttore a vite senza fine. La testata di rinvio è di analoga costruzione con la sola variante del fissaggio su slitte con tenditori per la regolazione del tappeto.

Le caratteristiche costruttive del separatore magnetico previsto in progetto sono le seguenti:

	GARA PER LA REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSIOLO	REV. 0	
	Relazione generale	PAG. 58/299	

- **MAGNETE** con struttura a mantello in ferro a basso contenuto di carbonio e ad elevata permeabilità magnetica.
 - Magneti in "Sr-Ferrite" ad elevata induzione magnetica e grande forza coercitiva.
 - Custodia di chiusura in acciaio inox (UNI X8CN1910 - AISI 304) amagnetico.
 - Dimensioni del magnete mm: 1.360 x 990 x 280.
 - Garanzia di magnetizzazione: 20 anni.
- **NASTRO** estrattore in gomma nera antiabrasiva con 3 tele in fibra sintetica ad alta resistenza; copertura mm 4 + 2, confezione ad anello con listelli stampati diritti da mm 25 x 40, passo listelli mm 460.
- **MOTORIDUTTORE** a vite senza fine con albero cavo calettato direttamente sull'albero del tamburo motore, completo di n° 1 motore da 2,2 KW; alimentazione trifase 380 V, 50 Hz. Grado di protezione IP 55.
- **TAMBURI** motore e tenditore Ø mm 320 x 1.070 di lunghezza completi di albero in acciaio, interasse 1.995 mm. I tamburi sono montati su supporti con cuscinetti autoallineanti in esecuzione stagna, completi di valvola a grasso, di cui due montati su apposite piastre con guide e tenditori in acciaio.
- **TELAIO** in robusta lamiera d'acciaio sagomata al plasma.

Nella parte iniziale, nel tratto in cui cade il materiale da selezionare proveniente dal nastro di estrazione scorie, è installata una piattaforma ammortizzante per i prodotti molto pesanti. Questa soluzione limita notevolmente le rotture del tappeto del nastro trasportatore.

7.4 SISTEMA DI ALIMENTAZIONE DEI RIFIUTI SANITARI ALLA COMBUSTIONE

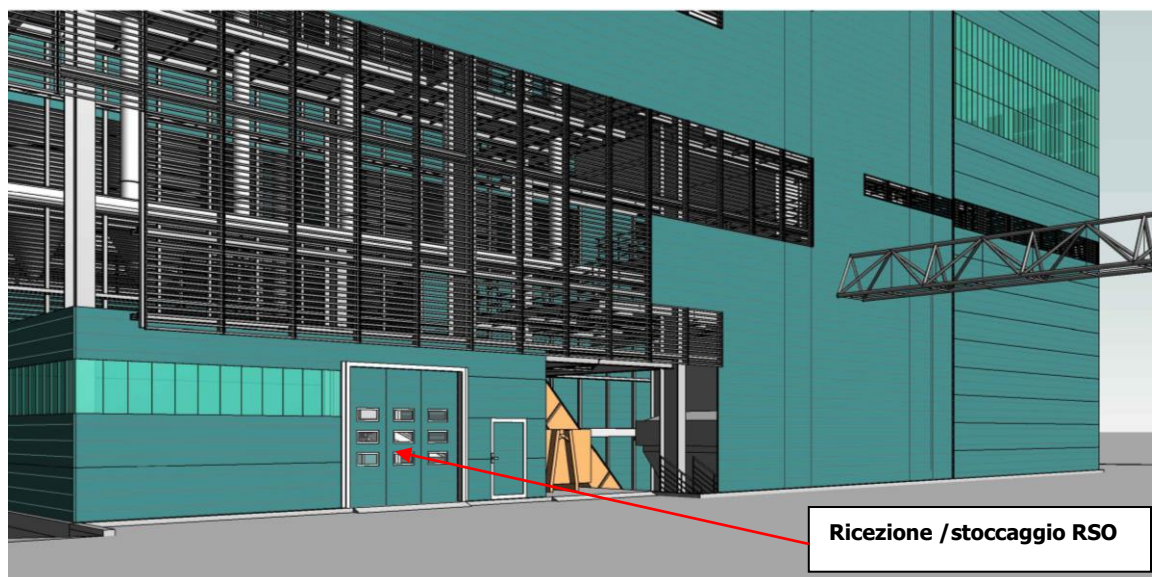
Il progetto preliminare della Stazione Appaltante impone l'obbligo di prevedere la possibilità di alimentare alla combustione, nei limiti massimi del 5% in peso², rifiuti speciali ospedalieri appositamente scattolati.

Gli automezzi di conferimento dei rifiuti speciali ospedalieri, in arrivo all'impianto prima, di essere avviati nella zona di scarico dei contenitori verranno sottoposti alla verifica della presenza o meno di eventuali sostanze radioattive, e subito dopo alla pesatura sull'esistente apparecchio di pesa omologato e tarato.

Il sistema a portale, previsto nel progetto, consente di individuare la posizione dell'eventuale sorgente radioattiva all'interno del veicolo. Nel caso in cui il sistema segnali la presenza di una sorgente radioattiva, si provvederà ad adottare le procedure prestabilite per la gestione del rifiuto radioattivo (nuova verifica e in caso positivo stoccaggio nell'area prestabilita).

I rifiuti accettati verranno stoccati in un apposito locale appositamente predisposto, chiuso e posto in depressione dal ventilatore dell'aria secondaria, posto sotto il generatore di vapore.

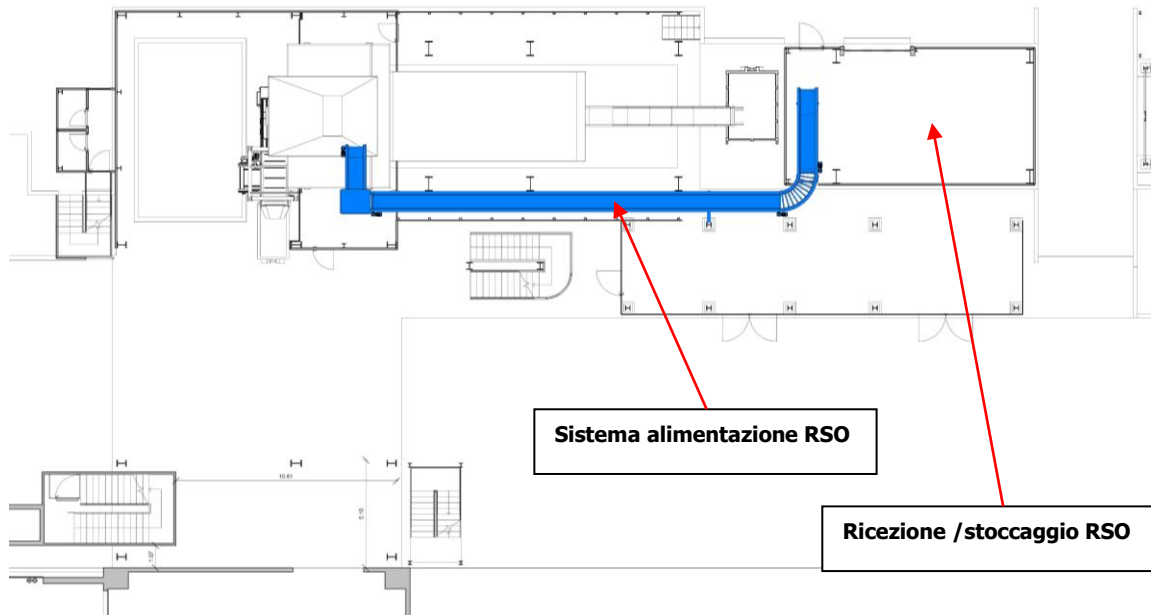
Per tale funzione è stato previsto di tamponare una parte della struttura portante del generatore di vapore realizzando così un locale chiuso, posto in depressione dal ventilatore dell'aria secondaria (oltre 16 000 Nm³/h al CTN) che viene posto sul tetto di detto edificio, nel quale sono assicurati i ricambi/h previsti dalle BAT.



Gli automezzi di conferimento dei rifiuti speciali ospedalieri, in arrivo all'impianto prima, di essere avviati nella zona di scarico dei contenitori verranno sottoposti alla verifica della presenza o meno di eventuali sostanze radioattive, e subito dopo alla pesatura sull'esistente apparecchio di pesa omologato e tarato.

² Cfr: documentazione di gara

Il sistema a portale, previsto nel progetto, consente di individuare la posizione dell'eventuale sorgente radioattiva all'interno del veicolo. Nel caso in cui il sistema segnali la presenza di una sorgente radioattiva, si provvederà ad adottare le procedure prestabilite per la gestione del rifiuto radioattivo (nuova verifica e in caso positivo stoccaggio nell' area prestabilita).



La linea di trasporto rifiuti sanitari, prevista in progetto, è costituita da trasportatori a rulli motorizzati (cinghia tangenziale) con gruppi motoriduttori montati della parte inferiore o laterale al telaio con trasmissione a cinghia piana. La larghezza utile di trasporto è pari a 800mm.

Caratteristiche



- Senso di avanzamento prodotto parallelo
- Peso prodotto kg Max.5
- Potenzialità produttiva N°75 elementi/h
- Carico su elevatore 4 elementi ogni corsa

La linea di trasporto può essere così suddivisa:

- Alimentazione RSO (ingresso rettilineo)
- Dorsale accumulo RSO
- Dorsale in ingresso prodotto elevatore
- Elevatore alternativo per scatole/fusti/secchielli
- Uscita da elevatore scatole

La linea di trasporto è completa di gruppo FRL (filtro + riduttore + lubrificatore) atto alla verifica della pressione in linea e allo scarico della pressione di alimentazione in caso di emergenza. L'avviamento progressivo è utilizzato per il ripristino dell'alimentazione in maniera graduale in ottemperanza alle normative sull'impianto.

Il gruppo FRL sarà alloggiato in apposito quadro assieme alle elettrovalvole, in ottemperanza alle normative in vigore.

	GARA PER LA REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	Relazione generale	PAG. 61/299	

7.5 SEZIONE DI COMBUSTIONE

7.5.1 Sistema di combustione

Le parti principali del sistema sono le seguenti :

- Griglia completa di azionamenti idraulici, sistema di raffreddamento ad aria, tramogge ceneri e di tutti gli accessori per renderla funzionante e funzionale;
- Sistema di scarico delle scorie e delle ceneri sotto griglia costituito da:
 - n°4 tramogge in acciaio per lo scarico delle ceneri sottogriglia e l'immissione di aria primaria e fumi di ricircolo.
 - n°1 tramoggia in acciaio per lo scarico delle scorie e ceneri pesanti dalla griglia nell'estrattore a umido
 - Sistema di scarico delle ceneri pesanti a fine griglia, con redler a umido a tapparelle, completo di azionamenti;
- Sistema idraulico per l'azionamento dei vari sistemi (griglia e alimentatore) completo di centralina, serbatoi, sistemi di raffreddamento, sistemi di filtrazione e tubazioni di interconnessione;
- Sistemi aria primaria e secondaria di combustione, completi di serrande e condotti
- Sistema di distribuzione fumi di ricircolo, completo di serrande, condotti

Dalla tramoggia i rifiuti scendono per gravità lungo un condotto raffreddato fino allo spintore di dosaggio. I rifiuti accumulati nel condotto hanno funzione di tappo, evitando così infiltrazioni d'aria incontrollata nella camera di combustione.

Il dosaggio dei rifiuti avviene per mezzo di cassette rovesciate azionate da cilindri idraulici; frequenza e velocità di spinta dei cassette determinano la quantità di combustibile introdotta nel forno, che è così regolata automaticamente dal sistema di comando e controllo.

Dal dosatore i rifiuti entrano in camera di combustione, sulla una griglia costituita da barrotti mobili.

Questa soluzione consente la combustione della miscela di rifiuti, senza pervenire ad eccessive temperature sulla superficie esterna dei barrotti, fenomeno che ne causerebbe un veloce deterioramento.

I barrotti, sistemati su telai mobili, consentono ai rifiuti di avanzare in direzione dello scarico delle scorie ad una velocità regolata dal sistema di comando e controllo in funzione di vari parametri.

Sulla griglia avviene la combustione dei rifiuti, alimentata da aria primaria insufflata da sotto la griglia stessa e omogeneamente distribuita. Sul condotto di alimentazione dell'aria primaria è installato uno scambiatore di calore con la funzione di riscaldare l'aria prima dell'ingresso nella camera di combustione.

Lo scambiatore è alimentato nella prima parte da vapore a media pressione, che permette un riscaldamento dell'aria fino a ca. 140°C.

Il preriscaldamento con vapore di media pressione deve sempre essere eseguito poiché, oltre ad assicurare una veloce accensione dei rifiuti alimentati, porta ad un miglioramento del rendimento complessivo dell'impianto.

Le scorie di combustione sono raccolte in fondo alla griglia e convogliate allo spegnimento in un estrattore a bagno d'acqua che utilizza, nella logica del riuso della risorsa, l'acqua della vasca reflui industriali; dagli estrattori vengono inviate attraverso dei nastri trasportatori allo stoccaggio in una fossa chiusa dedicata da 200 m³, dotata di una adeguata impermeabilizzazione, per poi essere inviate in discarica. Tali scorie sono classificate come *non pericolose*. Sopra la zona finale dei nastri trasportatori è posizionato un separatore elettromagnetico che separa i materiali ferrosi e li scarica in un cassone scarrabile da 2 m³.

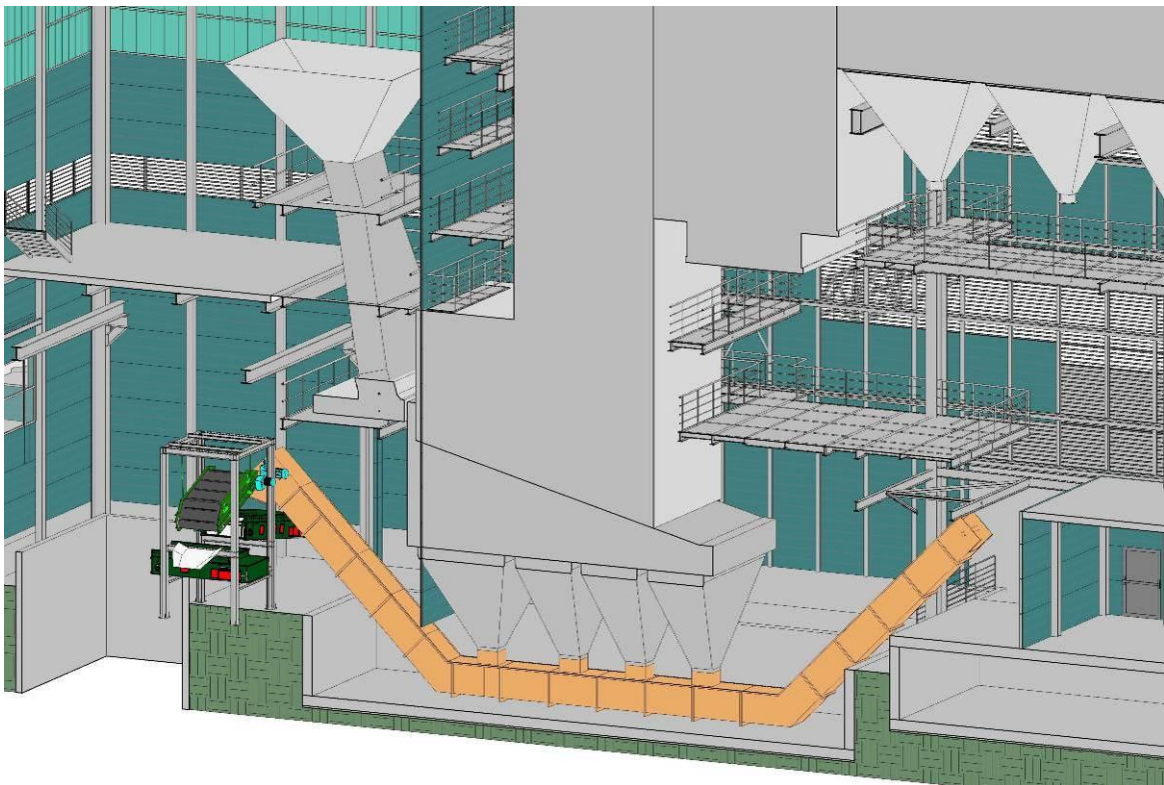




Figura 24 Sistema di estrazione scorie e deferrizzazione delle stesse

I fumi prodotti dalla combustione dei rifiuti, in camera di post-combustione si miscelano con l'aria di combustione secondaria e con parte dei fumi riciccolati.

L'aria secondaria ed i fumi di ricircolo sono immessi ad alta velocità tramite appositi ugelli sistemati nelle pareti frontali anteriori e posteriori del forno; questo mescolamento avrà lo scopo di favorire la combustione delle componenti rimaste incombuste (post-combustione) e garantire in questo modo la combustione totale dei composti organici.

Il parziale ricircolo dei fumi nella camera di combustione, ca. il **24 %** del totale dei fumi prodotti, serve a regolare la temperatura dei fumi.

L'altra funzione del ricircolo è quella di favorire, insieme all'aria secondaria, la turbolenza e quindi il trasporto di massa.

	GARA PER LA REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	Relazione generale	PAG. 63/299	

I riscontri positivi sono un miglior rendimento della caldaia (*meno perdite dai fumi*), un minor dimensionamento delle componenti della linea per il trattamento dei fumi, ed un consumo elettrico inferiore per l'aspirazione dei fumi fino al camino.

Come prescritto dalla legge, la post-combustione avviene per almeno 2 secondi ad una temperatura superiore a 850°C. Per assicurare questa condizione minima, sono previsti due bruciatori (da 5 MW con potenza ventilatore da 26 KW) di sostegno a gasolio, che si avviano automaticamente qualora la temperatura scenda sotto il limite prescritto.

In tal modo sono assicurate le condizioni sufficienti per pervenire alla temperatura di 850°C.

Un ulteriore bruciatore a gasolio (0,5 MW con potenza ventilatore 1,5 KW) cosiddetto d'avviamento, ma sistemato sulle pareti laterali del forno poco sopra alla griglia, entra in esercizio all'avviamento del forno stesso, per riscaldarlo fino ad una temperatura sufficientemente alta prima dell'introduzione dei rifiuti.

La camera di post-combustione è praticamente il prolungamento della camera di combustione; è costituita da pareti di tubi membranati, protetti fino ad una determinata altezza da materiale refrattario.

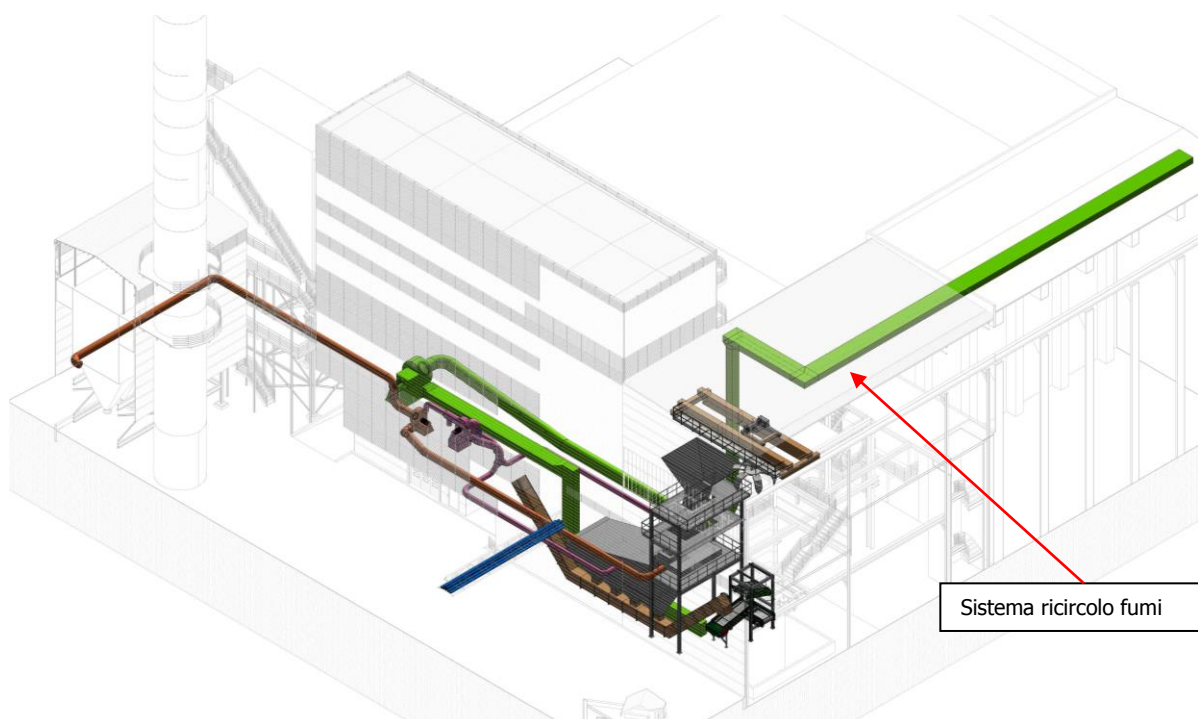
7.5.2 Sistema idraulico per movimento cilindri

E' previsto un sistema idraulico, montato su *Skid*, per attuare i cilindri idraulici; tale sistema include:

- basamento in acciaio al carbonio
- n° 2 pompe olio (una riserva dell' altra) per gli attuatori dei cilindri idraulici , ognuna per 100 % della capacità richiesta durante normale funzionamento, considerando il simultaneo movimento di tutti i cilindri.
- filtri in aspirazione pompe, filtri in mandata pompe (tipo duplex)
- serbatoio olio con drenaggio, con divisione tra aspirazione e mandata
- Aircooler dell'olio, adatto per la temperature dell' aria di progetto massima .
- Strumentazione

7.5.3 Sistema aria primaria

La combustione avviene grazie all'insufflazione di aria primaria da sotto la griglia, dove sono inoltre posizionate le tramogge di raccolta delle ceneri più fini che attraversano la griglia stessa. Gli elementi di griglia sono provvisti di ugelli per l'iniezione dell'aria; la bocca degli ugelli è progettata in modo da ottenere una distribuzione omogenea dell'aria comburente sopra la superficie della griglia.



Come si è già avuto modo di evidenziare, il ventilatore dell'aria primaria viene utilizzato per mantenere i necessari ricambi d'aria nelle fosse di stoccaggio del combustibile. La rete di estrazione/alimentazione dell'aria primaria, indicata con colore verde nell'immagine, segue il percorso indicato partendo dall'edificio fosse esistente e pervenendo al ventilatore aria primaria posto sulla copertura dell'edificio ricezione RSO.



Da detto ventilatore il flusso viene alimentato alla griglia di combustione come rappresentato.

Gli apporti complessivi di aria al CTN sono indicati nella tabella seguente:

aria ambiente	U.M.	aria comb	aria 1ª comb	aria 2ª comb
secca	kg/h	58.736	38.179	20.558
	Nm³/h	45.452	29.544	15.908
umida	kg/h	58.995	38.347	20.648
	Nm³/h	45.775	29.754	16.021

Il ventilatore dell'aria primaria previsto in progetto è completo di:

- motore elettrico asincrono trifase di azionamento, predisposto per azionamento mediante inverter, completo di PT 100 su ogni avvolgimento e di scaldiglia anticondensa;

	GARA PER LA REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	Relazione generale	PAG. 65/299	

- trasmissione a mezzo giunto elastico, con carter di protezione in alluminio;
- telaio di base comune ventilatore/motore in acciaio al carbonio con piastre, bulloni e dadi di ancoraggio, completo di supporti antivibranti e golfari di sollevamento;
- giunti antivibranti, in tessuto multistrato, impermeabile e resistente all'abrasione, montati a bordo macchina, sulle bocche di mandata e aspirazione;
- coibentazione della chiocciola in lana minerale, lamierino di piombo interno e lamiera zincata esterna e cappottatura afonica del motore elettrico.

Il ventilatore è del tipo antipolvere, adatto ad aspirare aria polverosa e umida dalla fossa rifiuti.

Dati tecnici:

- | | |
|---------------------------------|-------------------------|
| • Fluido da trasportare | aria (primaria a 180°C) |
| • Portata aria di progetto | ~kg/h 38000 |
| • Temperatura aria | °C 180 |
| • Pressione statica di progetto | mbar 450 |
| • Pot. Mot. El. Ass. eserc. | KW 95,2 |
| • Potenza motore el. Install. | KW 110 |
| • Comando | inverter* |

La portata del ventilatore è aumentata del 20% rispetto ai valori di progetto e la pressione statica tiene conto delle perdite di carico sui condotti di aspirazione e mandata pari a 800 Pa circa per l'aria secondaria.

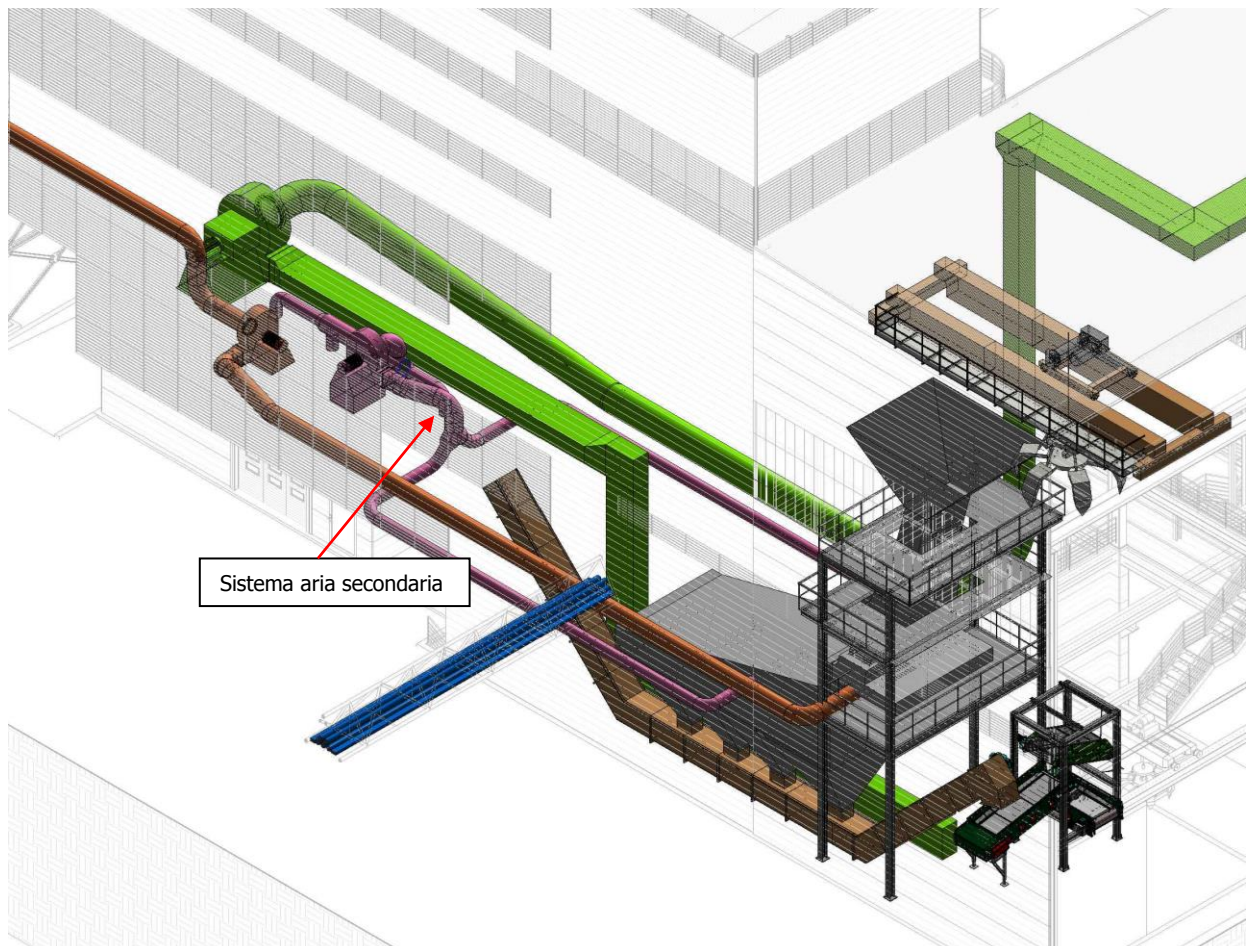
I condotti di aspirazione dell'aria primaria saranno:

- In acciaio al carbonio con spessore maggiore di 4 mm.
- Provisti di giunti per permettere la dilatazione
- Dimensionati per una velocità di circa 15 m/s
- Muniti di prese di captazione e di prese per le sonde di misurazione (pressione e temperatura)
- Coibentati laddove l'aria sia stata preventivamente preriscaldata
- Valvole e serrande con attuatore elettrico, laddove richiesto dalla regolazione della combustione

7.5.4 Sistema aria secondaria

I fumi prodotti dalla combustione vengono miscelati con aria secondaria e con i fumi ricircolati che, tramite appositi ugelli, vengono immessi ad alta velocità, così da garantire le necessarie condizioni di turbolenza.

L'immissione di aria secondaria si rende necessaria per favorire l'ossidazione delle componenti volatili rimaste incombuste e completare così il processo di combustione (postcombustione).



Il ventilatore dell'aria secondaria è completo di:

- motore elettrico asincrono trifase di azionamento, predisposto per azionamento mediante inverter, completo di PT 100 su ogni avvolgimento e di scaldiglia anticondensa;
- trasmissione a mezzo giunto elastico, con carter di protezione in alluminio;
- telaio di base comune ventilatore/motore in acciaio al carbonio con piastre, bulloni e dadi di ancoraggio, completo di supporti antivibranti e golfari di sollevamento;
- giunti antivibranti, in tessuto multistrato, impermeabile e resistente all'abrasione, montati a bordo macchina, sulle bocche di mandata e aspirazione;
- coibentazione della chiocciola in lana minerale, lamierino di piombo interno e lamiera zincata esterna e cappottatura afonica del motore elettrico.

7.5.5 Ricircolo fumi

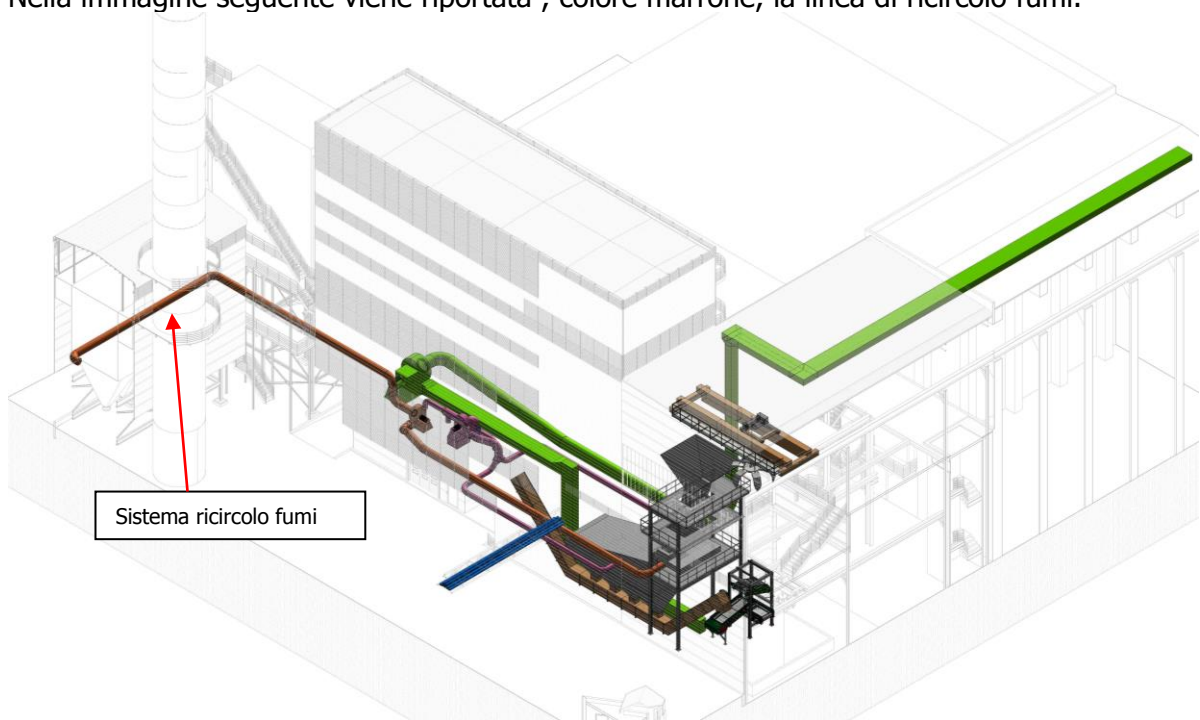
Il ricircolo fumi ha la funzione di controllare la temperatura di combustione senza immettere ingenti eccessi d'aria nel sistema: ciò consente di minimizzare le perdite di calore per diluizione e, nel contempo, di controllare la formazione di ossidi d'azoto.

I fumi vengono prelevati a valle del ventilatore indotto, quindi depolverati e trattati, e con un ventilatore dedicato alimentati nelle zone previste della griglia e della camera di combustione.

I fumi ricircolati vengono immessi su due livelli: uno sottogriglia, attraverso le tramogge, e l'altro sulla parete frontale della camera di combustione con lo scopo di poter controllare la temperatura di combustione, migliorando l'affidabilità e la flessibilità del sistema di combustione, e le emissioni di CO, contribuendo anche alla riduzione degli ossidi di azoto NOx.

Inoltre il ricircolo fumi, a parità di combustibile bruciato, consente di ridurre la portata fumi scaricata al camino dal 10 al 30% rispetto alle condizioni senza ricircolo.

Nella immagine seguente viene riportata, colore marrone, la linea di ricircolo fumi.



Le condizioni di funzionamento del sistema ricircolo fumi al CTN sono:

- Portata fumi di ricircolo in esercizio ~17.300 Nm³/h
- Temperatura fumi 180 °C
- Potenza installata 75 kW

8. SISTEMA DI PRODUZIONE VAPORE

8.1 STANDARD E NORME APPLICABILI

La progettazione della componente è stata effettuata in accordo e risponde alle seguenti normative:

- | | |
|--|-----------------------------|
| • Collaudo prestazionale | ASME PTC 4.1 |
| • Parti a pressione | ISPESL/PED |
| • Materiali | DIN, UNI, ASTM |
| • Tubazioni esterne | ANSI B31.1 |
| • Valvole | ANSI |
| • Valvole di sicurezza | ISPESL / PED |
| • Pompe | DIN, ASME |
| • Caratteristiche chimiche (acqua alimento vapore) | EN 12952-12 |
| • Calcoli di <i>stress analysis</i> | ANSI B31.1 |
| • Strutture | CNR-UNI |
| • Saldature e procedimenti di saldatura | ASME, ISPESL |
| • Strumentazione | ISA, ANSI,ASTM, ISO, VDE |
| • Apparecchiature elettriche | CEI e/o IEC/CEE e/o CENELEC |
| • Misure rumore | ISO, CEE |



8.2 RIEPILOGO DIMENSIONAMENTI DEL GENERATORE DI VAPORE

Nella tabella seguente vengono preliminarmente riassunti i principali dati geometrici e dimensionali del generatore di vapore:

Superfici di scambio calcolate	m ²
Camera combustione e post combustione	248
Volume camera di combustione e post combustione	268 m ³
Canali radianti	405 (proiettati)
Canale convettivo (pareti)	144
Evaporatore primario (EVA ₁ -screen)	114
Surriscaldatori (SH ₃ -SH ₂ -SH ₁)	1068
Evaporatore secondario (EVA ₂)	525
Economizzatori (ECO ₄ -ECO ₃ -ECO ₂ -ECO ₁)	1842
Totale	4343
Producibilità specifica=	7,5 kg/mq
Perdite di carico lato acqua/vapore	5-6 bar
Perdite di carico lato fumi	~ 100 mmH ₂ O

Tabella 8 Riepilogo dei principali dati geometrici del generatore di vapore

I tubi costituenti le superfici di scambio della camera di combustione sono collegati ai collettori mediante saldatura. Nei tubi delle pareti membranate scorre acqua con funzioni sia di mezzo di raffreddamento, sia di recuperatore del calore sprigionato dalla combustione dei rifiuti.

	GARA PER LA REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSIOLO	REV. 0	
	Relazione generale	PAG. 70/299	

8.3 SEZIONE RADIANTE DEL GENERATORE DI VAPORE

Il generatore di vapore, posto a valle del combustore a griglia e della camera di post combustione adiabatica, nella sua prima sezione, è costituito da n°2 canali radianti realizzati con tubi lisci uniti tra loro mediante interposta aletta saldata longitudinalmente in modo da ottenere una robusta struttura membranata costituente una camera a tenuta. La predetta prima sezione di caldaia è detta "radiante", poiché lo scambio termico fra fumi di combustione e tubi membranati avviene essenzialmente per irraggiamento.

Le caratteristiche principali dei canali radianti sono riassunte nella tabella seguente:

- | | |
|-------------------------|---|
| • Superficie calcolata | 650 m ² (inclusa camera di comb. e c.p.c.) |
| • Tubi diametro esterno | 60.3 mm |
| • Spessore | 5 mm |
| • Materiale | P 235 GH o equivalente |
| • Passo | 78-85 mm |
| • Spessore aletta | 5 mm |

I due canali radianti sono dimensionati, in termini di superfici e volumi, per garantire la massima affidabilità di funzionamento anche in condizioni di esercizio gravose. Sono completamente costituiti da pareti a tubi d'acqua appositamente sagomate e saldate tra loro.

Le parti principali di tali canali sono:

- Parete frontale, posteriore e tetto collegate al corpo cilindrico tramite tubazioni saldate.
- Pareti laterali collegate al corpo cilindrico tramite tubazioni saldate.
- Tubi di circolazione acqua e vapore di collegamento dei collettori al corpo cilindrico.
- Drenaggi.

Sulle pareti dei canali radianti sono previste aperture per:

- Portina di accesso con muratura a secco.
- Spie visive
- Bruciatori di post combustione

Per poter accettare possibili condizioni anomale di funzionamento in sovrappressione o depressione interne, è previsto un sistema di cinturazione dell'unità a diversi livelli in modo da assicurare l'indefornabilità delle pareti senza, però, ostacolarne le dilatazioni generate dalle escursioni termiche da caldo a freddo e viceversa.

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.

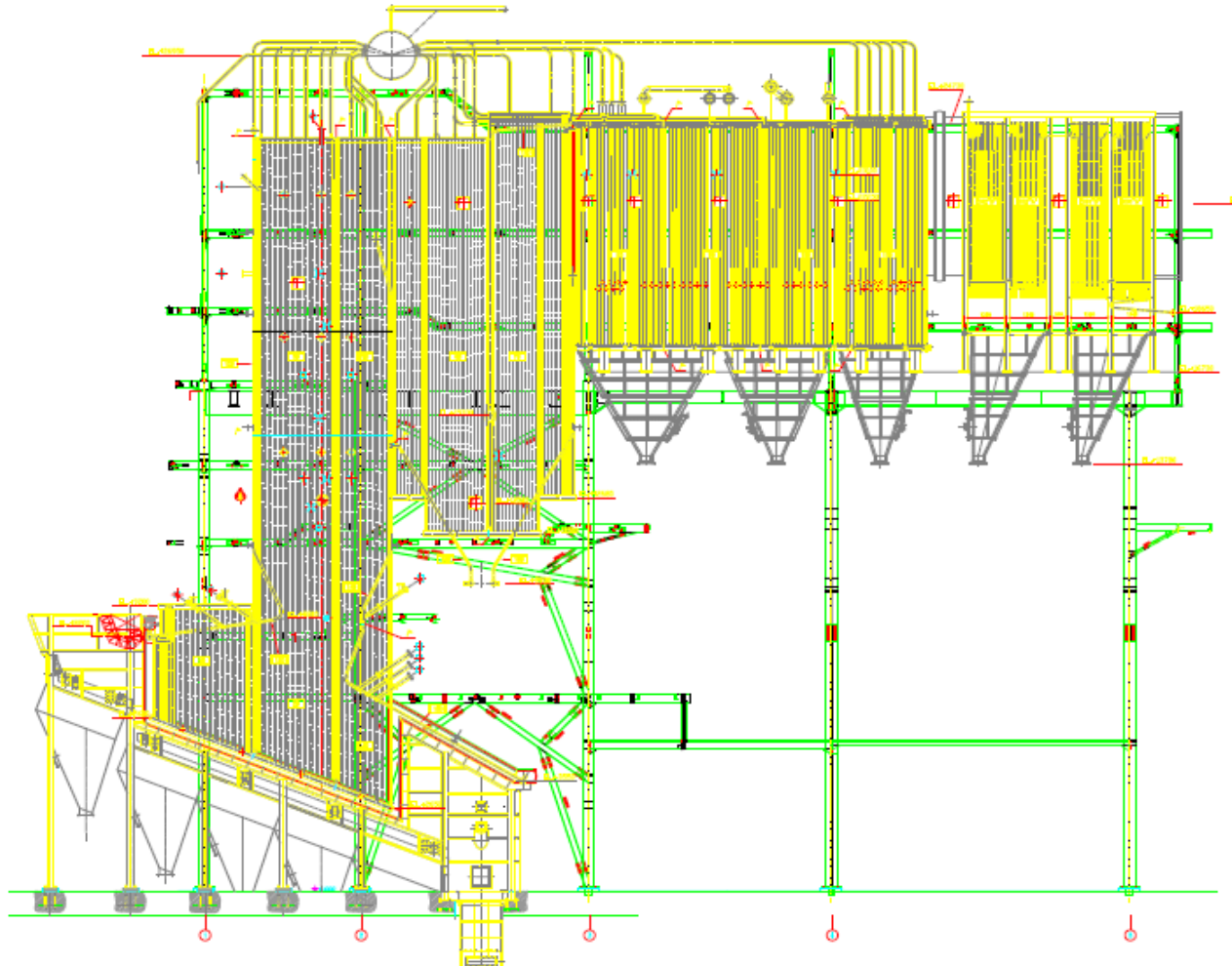


Figura 25 Sezione trasversale del sistema forno-caldia

8.4 SEZIONE CONVETTIVA

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.

Le principali caratteristiche del canale convettivo (pareti) sono di seguito elencate:

- | | | |
|-------------------------|------------------------|----------------|
| • Superficie calcolata | 144 | m ² |
| • Tubi diametro esterno | 60,3 | mm |
| • Spessore | 5 | mm |
| • Materiale | P 235 GH o equivalente | |
| • Passo | 120 | mm |
| • Spessore aletta | 5 | mm |

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)

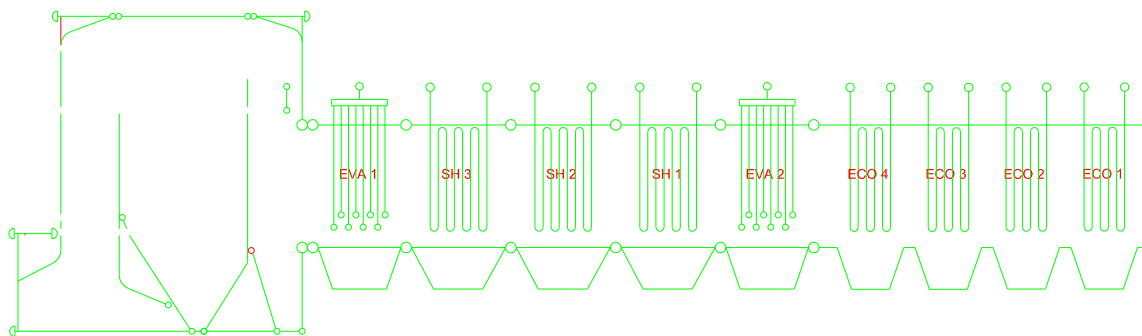


Figura 26 Schema generatore di vapore

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 inferiore 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 carroponete 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.

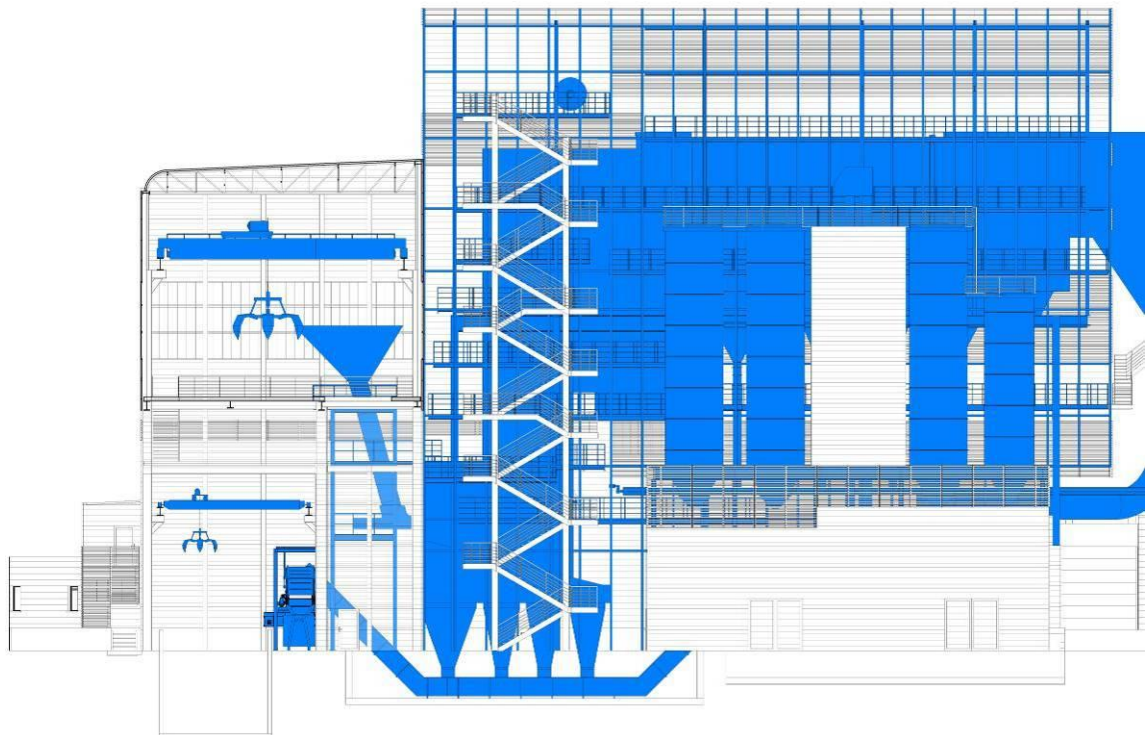


Figura 27 Vista d'assieme del sistema griglia-generatore di vapore

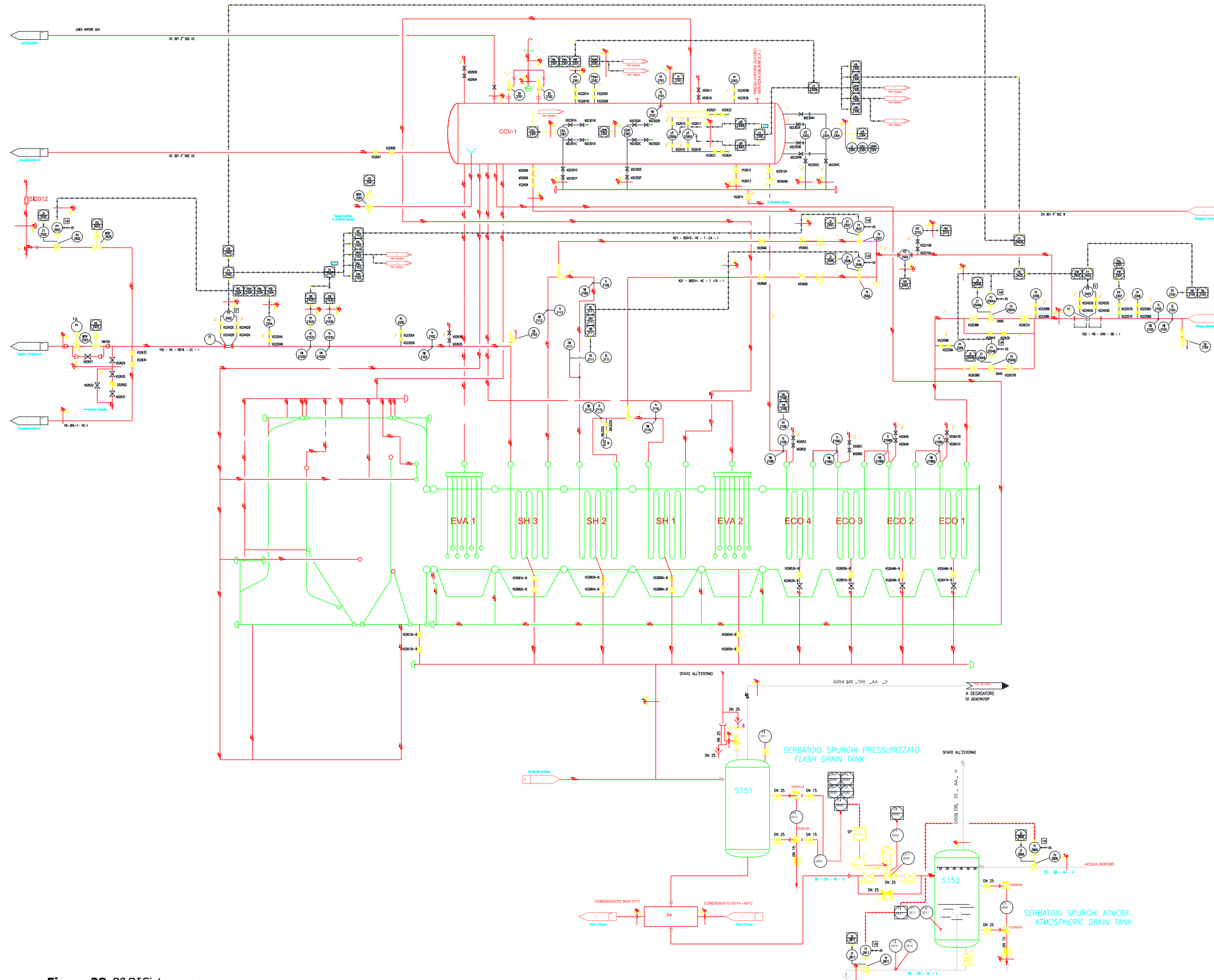


Figura 28 P&ID Sistema acqua -vapore

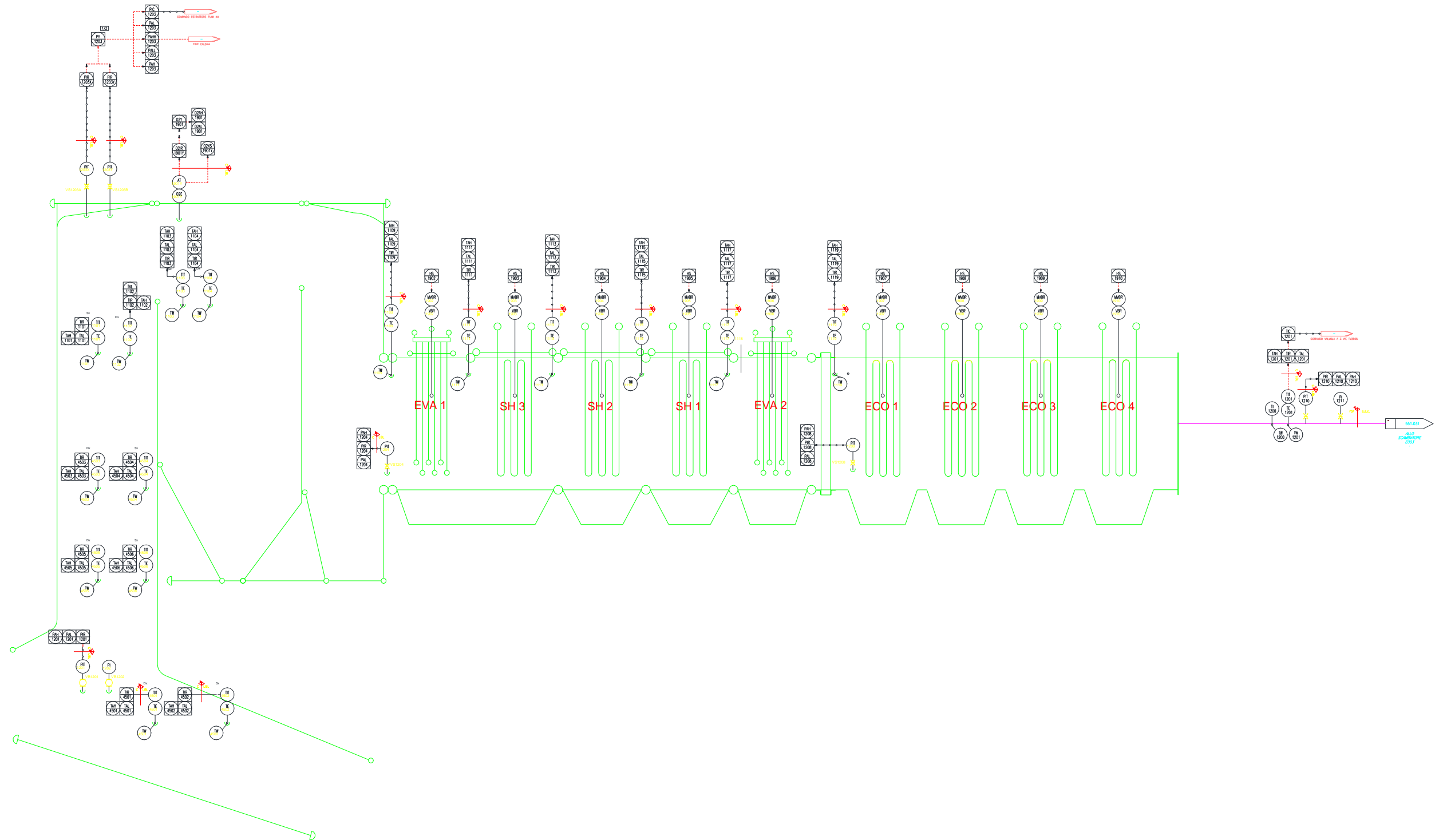




Figura 29 P&DI Circuito fumi

	GARA PER LA REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	Relazione generale	PAG. 76/299	

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

Nel seguito si descrivono brevemente le varie sezioni costituenti la parte convettiva del generatore di vapore.

8.4.1.1 *Banco evaporatore 1(EVA₁)-screen*

È stato verificato che la sollecitazione termica, in combinazione con agenti aggressivi presenti nei fumi, può causare un'accelerazione dei fenomeni corrosivi; per ovviare a ciò, in entrata alla sezione convettiva, e quindi a monte del primo surriscaldatore, è stato previsto un banco evaporativo (*screen*), che avrà sia la funzione di evitare che fumi con una temperatura eccessiva raggiungano i surriscaldatori, sia di schermare questi ultimi dall'irraggiamento della sezione radiante.

Caratteristiche del banco EVA₁:

- Tubi diametro esterno 48.3 mm
- Spessore 5.08 mm
- Materiale P 235 GH o equivalente
- Passo trasversale 240 mm
- Passo longitudinale 120 mm

I tubi dell'evaporatore sono verticali e fanno capo a collettori orizzontali che sono connessi al circuito acqua vapore in modo da consentire la circolazione naturale.

I collettori inferiori sono liberi di vibrare affinché il sistema di pulizia a percussione sia efficace.

8.4.1.2 *Surriscaldatori (SH)*

Il surriscaldatore è suddiviso in tre stadi con attemperatori intermedi che regolano la temperatura del vapore fino alla temperatura finale richiesta. Al fine di limitare la temperatura del metallo, il surriscaldatore finale è installato in equicorrente rispetto ai fumi. Lo stadio finale (SH3, banco con la temperatura più elevata) sarà ricoperto, mediante cladding, con uno strato di Inconel 625 dello spessore di 2-2,5mm.

Il surriscaldatore è supportato dall'alto dalle pareti laterali membranate. Il tetto della sezione convettiva è refrattario per permettere una agevole manutenzione e/o sostituzione dei banchi di scambio termico qualora fosse necessario.

I surriscaldatori sono costruiti con tubi in acciaio legato Cr/Mo (A335P11 o equivalente) oppure in acciaio al carbonio a seconda delle temperature di esercizio. Gli spessori sono stati selezionati considerando sia il carico meccanico della pressione sia il carico esterno generato dal peso applicato.

Ogni banco è costituito da serpentine disposte verticalmente formate da file di tubi contemporaneamente flussate dal vapore che incrociano i fumi provenienti dal forno.

Ogni serpentina sarà costituita da una serie formata da un collettore di ingresso ed uno di uscita e da un collettore inferiore per permetterne la drenabilità e l'azione dei battitori. I collettori saranno disposti orizzontalmente e saranno collegati ai tubi di scambio mediante saldatura.

Il circuito del surriscaldatore è progettato in modo tale da minimizzare la perdita di carico all'interno dei banchi e mantenere la massima uniformità di portata all'interno dei singoli tubi. Detta uniformità è di notevole importanza al fine di limitare fenomeni di accrescimento locale delle temperature di metallo che potrebbero pregiudicare la resistenza meccanica del sistema e al fine di garantire una temperatura costante ai limiti di batteria.

I collettori inferiori sono liberi di vibrare affinché il sistema di pulizia a percussione sia efficace.

Surriscaldatore finale (SH₃)

La sezione finale del surriscaldatore SH₃ (banco ad alta temperatura) verrà protetto da una ricopertura in INCONEL 625 al fine di prevenire qualunque attacco corrosivo da parte di inquinanti contenuti nei fumi di combustione. Viene prevista una valvola manuale di sfiato del vapore surriscaldato finalizzata a mantenere il flusso durante l'avviamento.

- Superficie calcolata 356 m²
- Tubi diametro esterno 44,5 mm
- Spessore 4,5 mm
- Materiale tubi ASTM A335P11 o equivalente
- Materiale collettori ASTM A335P11 o equivalente
- Passo trasversale 120 mm
- Passo longitudinale 120 mm

Surriscaldatore intermedio (SH₂)

- Superficie calcolata 356 m²
- Tubi diametro esterno 44,5 mm
- Spessore 4,5 mm
- Materiale tubi ASTM A335P11 o equivalente
- Materiale collettori ASTM A335P11 o equivalente
- Passo trasversale 120 mm
- Passo longitudinale 120 mm

Surriscaldatore iniziale (SH₁)

- Superficie calcolata 356 m²
- Tubi diametro esterno 44,5 mm

- Spessore 4,5 mm
- Materiale tubi ASTM A335P11 o equivalente
- Materiale collettori ASTM A335P11 o equivalente
- Passo trasversale 120 mm
- Passo longitudinale 120 mm

Evaporatore 2 (EVA₂)

- Superficie calcolata 525 m²
- Tubi diametro esterno 48,3 mm
- Spessore 5,08 mm
- Materiale P 235 GH o equivalente
- Passo trasversale 120 mm
- Passo longitudinale 120 mm

I tubi dell'evaporatore sono verticali e fanno capo a collettori orizzontali che sono connessi al circuito acqua vapore in modo da consentire la circolazione naturale. Sono liberi di vibrare affinché il sistema di pulizia a percussione sia efficace.

Economizzatore

L'impianto, come si è avuto modo di vedere, è dotato anche di particolari scambiatori di recupero, detti "economizzatori".



L'ECONOMIZZATORE è posto nel tratto finale della sezione convettiva della caldaia, ed ha la doppia funzione di raffreddare i fumi in uscita, preriscaldando l'acqua che alimenta le caldaie. L'economizzatore a tubi lisci porta la temperatura dell'acqua alimento prossima alle condizioni di vaporizzazione, prima del suo ingresso nel corpo cilindrico. I passi tra i tubi sono tenuti opportunamente larghi per assicurare una adeguata pulizia delle superfici di scambio.

Le arpe dei banchi economizzatori sono supportati dall'alto mediante apposite sospensioni interne permettendo una libera espansione termica.

- Superficie calcolata 1842 m²
- Tubi diametro esterno 38 mm
- Spessore 4 mm
- Materiale P 235 GH o equivalente
- Passo trasversale 80 mm
- Passo longitudinale 80 mm

L'economizzatore è del tipo orizzontale ed i tubi di scambio fanno capo a collettori orizzontali, ed include il *casing* esterno e l'isolamento.

L'economizzatore sarà costruito da tubi in acciaio al carbonio (ASTM A106B o equivalente) sagomati con il flusso dei fumi di combustione diretto orizzontalmente ed in modo da attraversare il componente in contro corrente rispetto all'acqua circolante nei tubi. Ciò favorisce lo scambio termico e la separazione delle ceneri che vengono raccolte dalla tramoggia disposta sul fondo.

	GARA PER LA REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	Relazione generale	PAG. 79/299	

La velocità lato acqua vengono scelte per minimizzare le cadute di pressione pur mantenendo un elevato flusso per evitare formazione di depositi.

L'economizzatore sarà completo di collettori d'ingresso e di uscita, di dreni e sfiati come richiesto, dalle tubazioni di collegamento al corpo cilindrico, delle tubazioni di collegamento tra i collettori, della tubazione di alimento e del sistema di pulizia a percussione meccanica.

Desurriscaldatori

I desurriscaldatori sono posizionati tra le sezioni dei surriscaldatori e sono del tipo ad iniezione di acqua prelevata dal circuito di alimento caldaia.

Il sistema di ciascun componente è costituito da un corpo desurriscaldatore composto da un tronco cilindrico in acciaio, costruito in accordo ai Codici di progettazione e collaudo dell'intera caldaia ed è completo di:

- Testata con ugello polverizzatore dell'acqua di desurriscaldamento.
- Camicia interna antishock .
- Terminali di collegamento alle tubazioni di entrata ed uscita vapore surriscaldato.
- Attacco flangiato per acqua di desurriscaldamento.

Casing:

La sezione convettiva costituita dai banchi surriscaldatore ed evaporatore sono refrattariati solo sul tetto e in corrispondenza delle tramogge di fondo. L'economizzatore è racchiuso da un casing in carbon steel coibentato esternamente per ottemperare ai requisiti sulla temperatura di pelle esterna.

Circolazione

L'intero sistema è progettato per garantire un'energica circolazione naturale a tutti i carichi. Negli evaporatori, l'alto rapporto di circolazione, i tubi verticali e l'accurata progettazione della alimentazione previene la formazione locale di "tappi" di vapore che possono nuocere al buon funzionamento della caldaia.

La suddivisione dei singoli circuiti è tale da evitare isolamenti di alcune sezioni del pannello, eliminando di fatto la disuniformità di portata.



8.4.2 Corpo cilindrico

- D esterno 1600 mm
- L cilindrica 6000 mm circa
- Pressione di bollo 56 bar g
- Spessore 45 mm (indicativo)
- Materiale P 355 NH

Il corpo cilindrico sarà del tipo elettrosaldato, progettato, costruito e collaudato secondo le norme ISPEL/PED.

Il corpo sarà completo di fondi pseudoellittici con passi d'uomo incernierati all'interno e dotati di tiranti per l'apertura, di guarnizioni, di colonna idraulica per il posizionamento strumenti, di tronchetti saldati per i tubi di caduta e di ritorno e delle tubazioni interne per la distribuzione dell'acqua di alimento, dosaggio chimico e spurgo continuo.

Il corpo cilindrico sarà inoltre completo dei necessari dettagli interni come lamiere deviatrici, separatori a ciclone ed essiccatori finali, del tipo ad alta efficienza, in acciaio inossidabile per limitare il trascinarsi di solidi ed umidità nel vapore.

	GARA PER LA REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	Relazione generale	PAG. 80/299	

Oltre a quanto sopra descritto, all'interno dello stesso corpo sono montati:

- Tubo distributore dell'acqua alimento.
- Tubo di prelievo acqua per lo spurgo continuo e campionamento dell'acqua di caldaia.
- Tubo distributore reagenti chimici per il condizionamento dell'acqua di caldaia.

Tutti i componenti sopra descritti sono posizionati in modo da lasciare all'interno del corpo gli spazi liberi necessari per l'accesso, l'ispezione e la manutenzione del corpo stesso e possono essere rimossi attraverso il passo d'uomo. L'isolamento del corpo sarà realizzato con lana minerale e lamierino esterno di contenimento ed installato in posto.

8.4.3 Scambiatore esterno

Un ulteriore scambiatore a fascio tubiero esterno, posto a valle del DeNOx catalitico, anch'esso attraversato da fumi in fase di raffreddamento, consentirà il preriscaldamento del condensato, proveniente dal pozzo caldo del condensatore del vapore di turbina, e dell'acqua alimento da inviare alle caldaie.

Per far fronte alle condizioni corrosive elevate, a causa della bassa temperatura del condensato, il preriscaldatore delle condense in oggetto è stato previsto interamente protetto, sul lato fumi, da paraformaldeide

8.4.4 Struttura di supporto

La struttura di supporto è costituita da apposite travi che costituiscono l'appoggio per la caldaia e consentono la sua libera dilatazione.

Le dimensioni della struttura sono definite dalle dimensioni e dal peso della caldaia.

8.4.5 Isolamento termico

La caldaia è isolata termicamente con uno strato di lana minerale.

Lo spessore del materiale isolante è scelto in funzione della temperatura di esercizio della caldaia per minimizzare le dispersioni di calore e proteggere il personale da eventuali contatti con punti caldi.

Come standard di dimensionamento, viene scelta una temperatura superficiale esterna che non superi i 30°C di sopra temperatura rispetto all'ambiente in aria calma.

8.4.6 Rivestimento esterno

Il rivestimento esterno della caldaia è costituito da lamiera (alluminio) supportate da una intelaiatura di acciaio.

Poiché la tenuta dei gas è realizzata tramite tubi membranati, lo scopo del rivestimento esterno è di proteggere il materiale isolante e, quindi, è montato a mezzo viti autofilettanti ed è facilmente asportabile per permettere ispezioni e manutenzione.

8.4.7 Ausiliari di caldaia

8.4.7.1 Sistema di pulizia del generatore

Per la rimozione delle fuliggini dalle superfici di scambio a convenzione, come già accennato, è stato previsto un sistema di pulizia meccanico a percussione (martelli) ad azionamento pneumatico al fine di poter regolare agevolmente la forza di battuta per ogni singolo punto di applicazione; installato all'esterno delle pareti membranate.

8.4.7.2 Strutture e scale

Le passerelle di servizio, le scale, i grigliati e le scale a pioli sono state studiate in maniera tale da assicurare al meglio le attività manutentive ed in condizioni di massima sicurezza.

Sono stati previsti piani di servizio al combustore e a tutta la strumentazione, equipaggiamenti e controlli che richiedono regolare ispezione e manutenzione.

I grigliati sono del tipo pressato e galvanizzato a caldo, i corrimano saranno costituiti da tubi di acciaio al carbonio galvanizzato di diametro pari a 1½".

Scale a gradini e scale alla marinara permettono l'accesso al corpo cilindrico; la scala principale è stata posizionata solamente su un lato della caldaia mentre il lato opposto sarà servito con scale alla marinara. I gradini e le scale alla marinara sono galvanizzate a caldo.

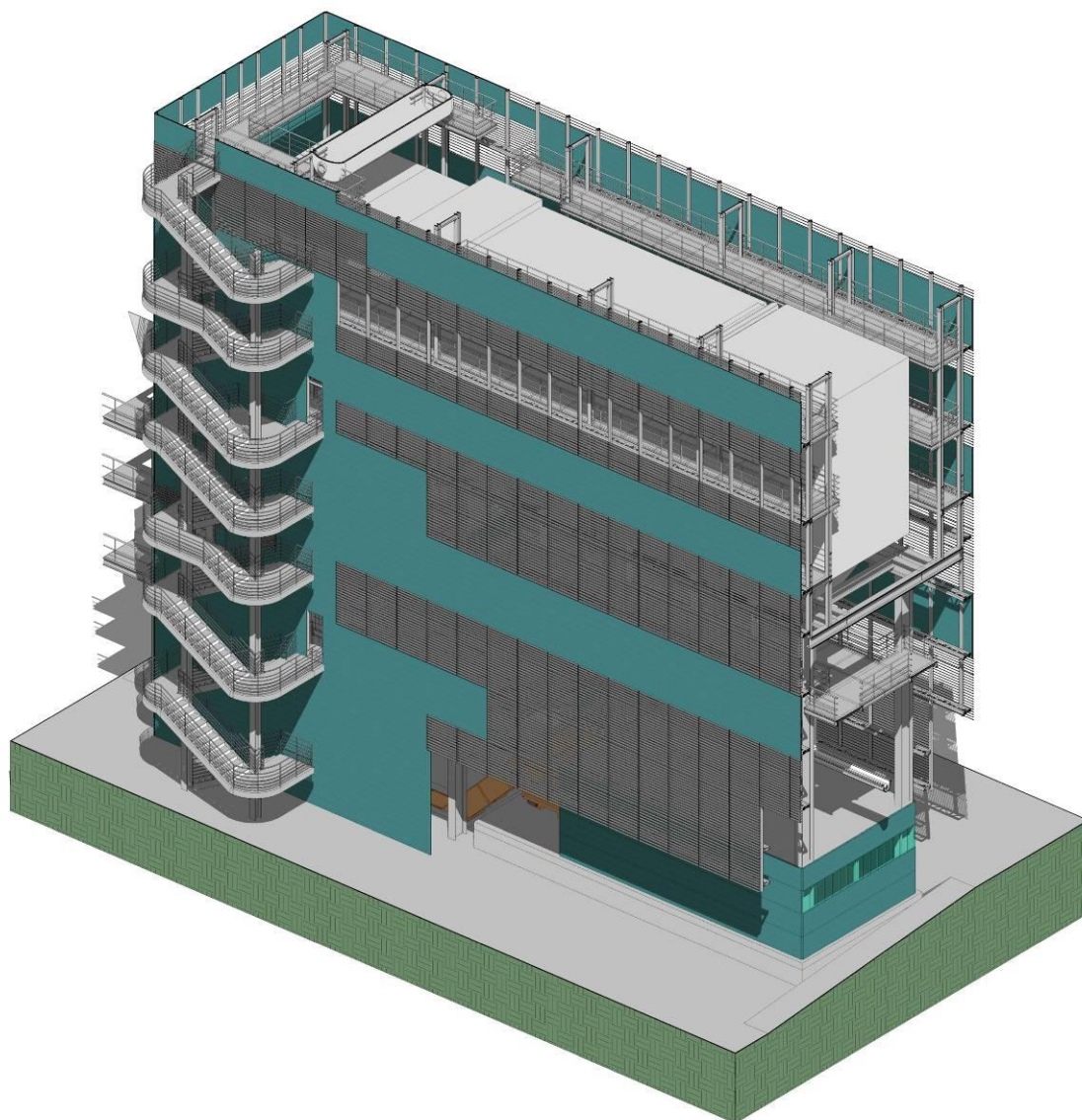


Figura 30 Dettaglio della scala di accesso principale al sistema forno-caldaia



Di particolare rilievo è la soluzione adottata per schermare il sistema forno – caldaia. Tale tamponamento è stato previsto in lamiera piena alternata a sistemi grigliati di ventilazione e raffreddamento. La scelta è stata quella di garantire agli operatori addetti alla gestione o alle attività manutentive condizioni di comfort rispetto a particolari

condizioni climatiche che si possono determinare . Basti pensare a giornate ventose e fredde nelle quali dover operare a certe altezze da terra senza una idonea protezione (schermatura) risulterebbe molto gravoso e particolarmente disagiata.

Per tale ragione in corrispondenza di tutti i ballatoi è stata prevista una fascia di tamponamento piena con effetto schermante rispetto alle intemperie. Nella restante parte dei prospetti è stato previsto un grigliato che oltre ad una finalità architettonica costituisce elemento di raffrescamento ed eliminazione del flusso convettivo che si determina dal basso verso l'alto.

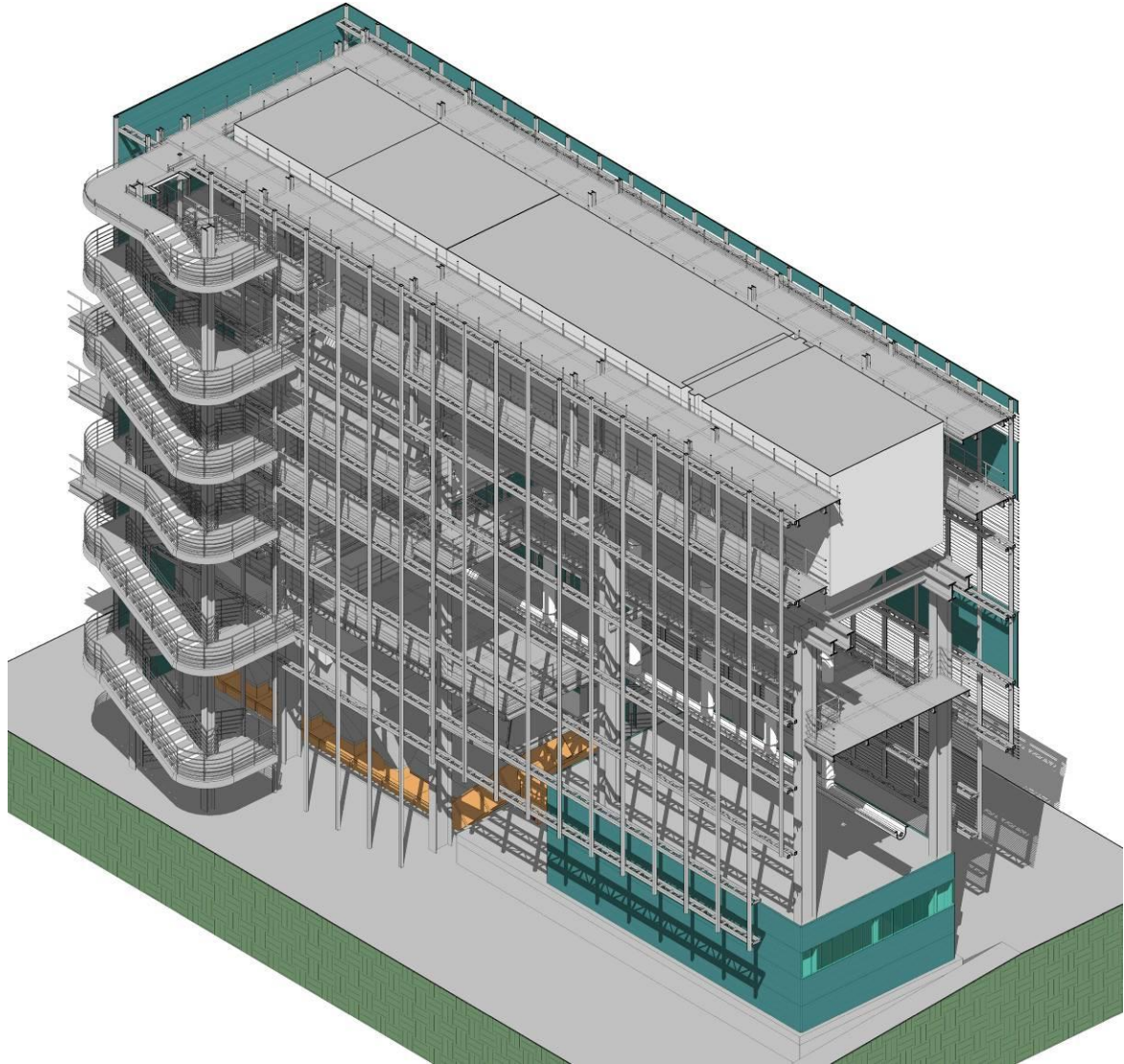


Figura 31 Vista dello spaccato generale del sistema scale-ballatoi all'interno dei tamponamenti di chiusura.

bilancio combustione al: CTN - caldaia pulita 13.180 kJ/kg 7,64 t/h 27,97 MWt

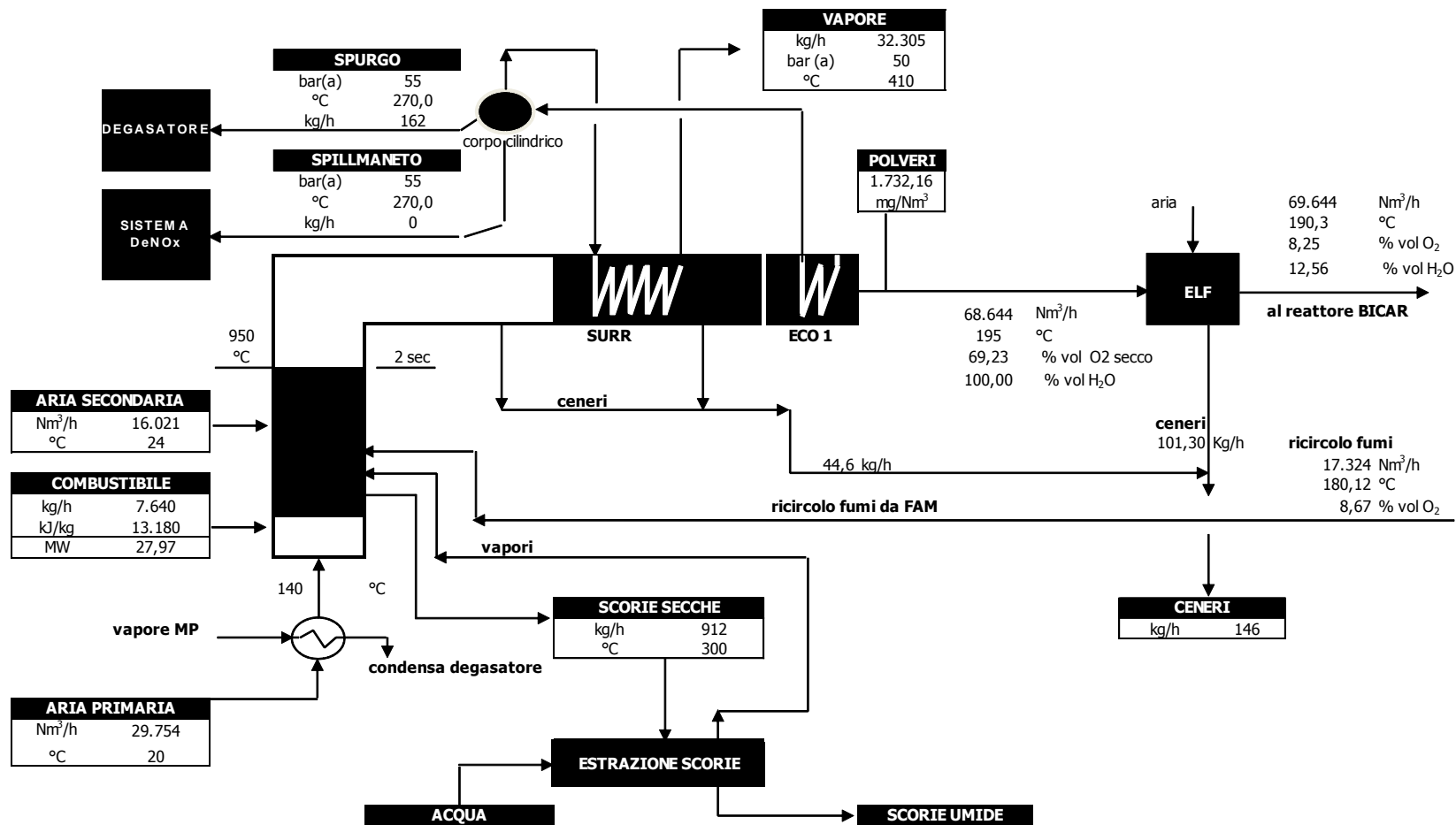




Figura 32 Schema combustione al CTN

	GARA PER LA REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	Relazione generale	PAG. 85/299	

9. SEZIONE CICLO TERMICO E RECUPERO ENERGETICO

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 aria.

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.

9.1 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 10%. 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	

Il sistema dell'acqua alimento caldaia sarà composto da un deaeratore - accumulatore dell'acqua di alimento (degassatore) 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 attemperamento, 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

	GARA PER LA REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	Relazione generale	PAG. 87/299	

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.

Nella condizione di funzionamento della linea di combustione al **CTN**, la caldaia produce circa **32,30** t/h di vapore surriscaldato a **50** bar(a) e **410** °C, che è avviato, tramite il collettore di **AP**, alla turbina a vapore la quale genera circa **7,061** MW di potenza elettrica ai morsetti dell'alternatore.

Per gli utilizzi interni del ciclo sono previsti due spillamenti di vapore, oltre che una predisposizione per un eventuale futuro teleriscaldamento (a 12 bar(a) e 250 °C):

- il primo dal corpo cilindrico (55 bar(a) e 270 °C), normalmente chiuso, che alimenta uno scambiatore utilizzato per innalzare la temperatura fumi prima dell'ingresso al sistema SCR; tale sistema entrerà in funzione solo in alcune fasi manutentive del SCR e quindi sarà di norma non utilizzato in relazione alla caratteristica del previsto sistema SCR di funzionare a temperature molto contenute (~180 °C)
- il secondo dalla turbina a vapore (6 bar(a) e 175 °C) 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 della turbina, la pressione del vapore in ingresso alla turbina e le pressioni di estrazione.

	GARA PER LA REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	Relazione generale	PAG. 88/299	

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).

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).

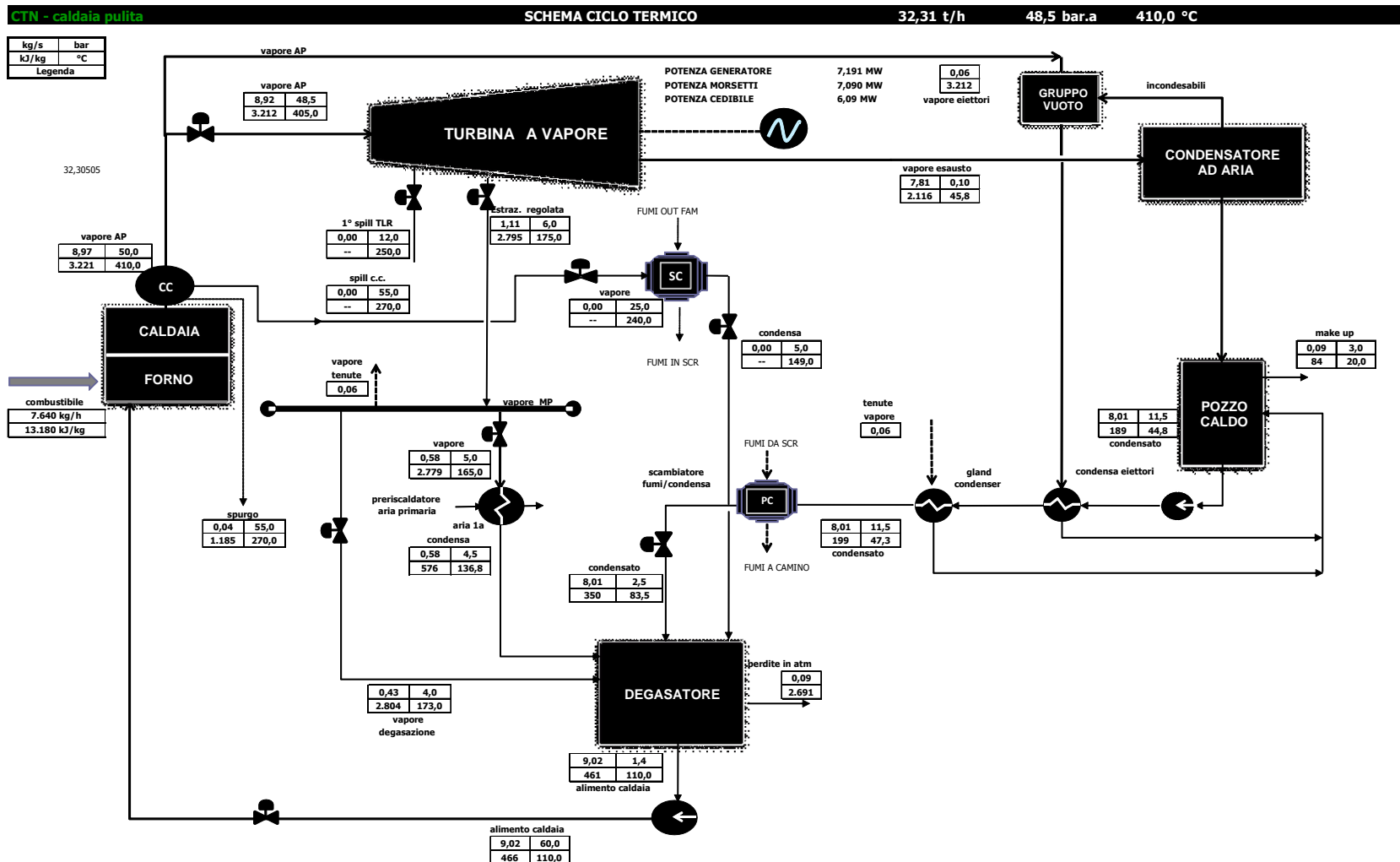
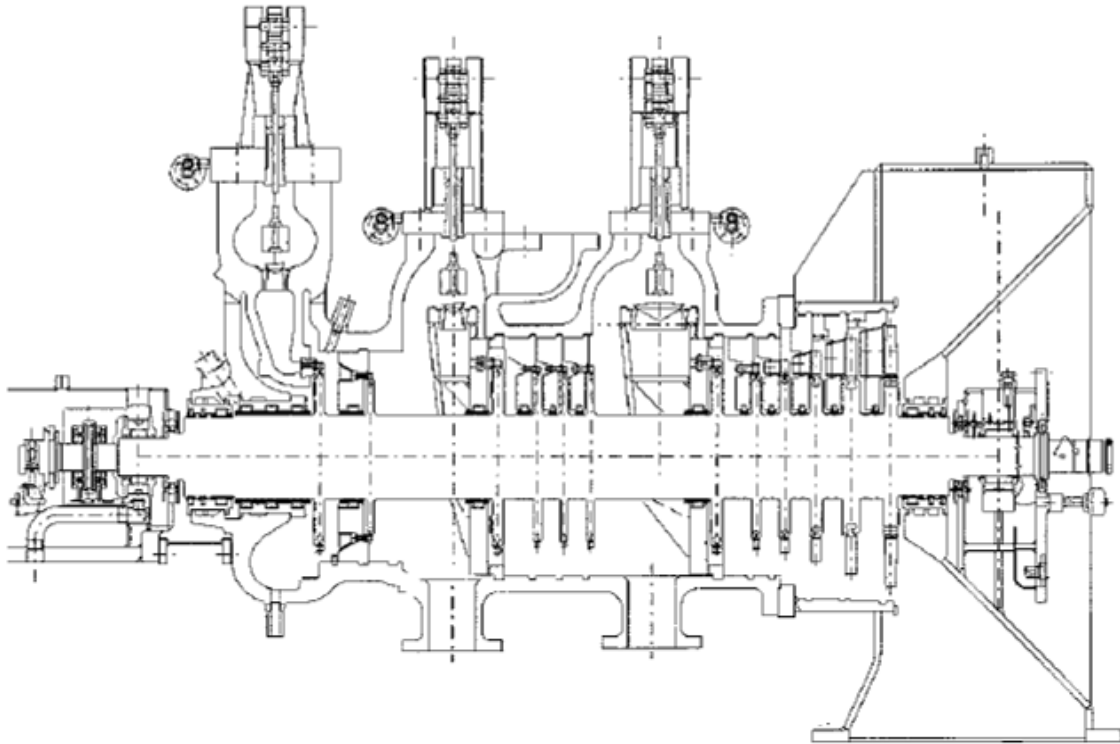


Figura 33 Schema ciclo termico con turbina a estrazione controllata

9.1.1.1 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

	GARA PER LA REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	Relazione generale	PAG. 91/299	

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);

	GARA PER LA REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	Relazione generale	PAG. 92/299	

- 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 $<15^{\circ}\text{C}$;
- 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.

	GARA PER LA REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	Relazione generale	PAG. 93/299	

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;
- 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.

	GARA PER LA REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	Relazione generale	PAG. 94/299	

Un rivestimento metallico non è pertanto necessario.

La copertura può essere facilmente smontata e riasssemblata 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;

	GARA PER LA REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	Relazione generale	PAG. 95/299	

- 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:

- 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:



- due rilevatori di vibrazioni montati a 90° su ogni cuscinetto della turbina;
- due rilevatori di vibrazioni montati lato accoppiamento a 90° su ciascun cuscinetto del riduttore;
- due rilevatori di spostamento assiale;
- due sonde di rilevazione della velocità dell'albero per regolatore e tre sonde per dispositivo di scatto per sovravelocità;
- 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;
- minotors vibrazioni rotore turbina;
- logica e indicatori di allarme e blocco.

	GARA PER LA REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	Relazione generale	PAG. 96/299	

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.

9.2 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, quattro poli, con raffreddamento ad acqua 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.

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.

Accessori

Il generatore è composto dai seguenti accessori:

- termoelementi tipo Pt100 nell'avvolgimento statore, fra le matasse;
- termoelementi tipo Pt100 nell'avvolgimento statore, nel fondo cava;
- termoelemento tipo Pt100 nel metallo bianco di ciascun cuscinetto;

	GARA PER LA REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	Relazione generale	PAG. 98/299	

- termoelemento tipo Pt100 nel circuito dell'aria di raffreddamento (calda);
- termoelementi tipo Pt100 nel circuito dell'aria di raffreddamento (fredda);
- rilevatore perdite acqua;
- generatore a magneti permanenti;
- spazzole per la protezione di terra avvolgimento rotore;
- rilevatori di vibrazioni x-y;
- resistori anticondensa;
- scatole morsettiere ausiliarie per gli accessori sopra elencati;
- morsettiera di linea del generatore contenente 3 TA per protezione differenziale e 3 per misure fiscali
- morsettiera di centro stella del generatore contenente 1 TA per AVR, 3 TA per misure, 3 TA per protezione e 3 TA per protezione differenziale
- refrigeranti aria-acqua per acqua con glicole;
- un dispositivo ad olio ad alta pressione per il sollevamento del rotore (jacking oil system);
- indicatore visivo di circolazione olio per cuscinetto;
- una valvola di regolazione flusso olio per cuscinetto.

Caratteristiche tecniche (dati di riferimento)

Tipo	SINCRONO TRIFASE	
Norme di riferimento	-	IEC
Fattore di potenza nominale	-	0,85
Potenza nominale	kVA KW	~9 500 ~7 600
Tensione nominale	V	6.000 +/-5%
Frequenza nominale	Hz	50
Numero di Poli	-	4
Velocità Sincrona / Sovravelocità	rpm/rpm	1500/1800
Tipo Eccitazione	-	<i>Brushless</i>
Rendimento a cos φ nominale (4/4 - 3/4 - 2/4)	%/%/%	98,0/97,85/97,4
Rendimento a cos φ unitario (4/4 - 3/4 - 2/4)	%/%/%	98,3/98,2/97,8
Corrente nominale	A	1.467
Classe di Isolamento/Sovratemperatura	-/-	F/B
Temperatura Ambiente/Acqua	°C	40/30
Raffreddamento	-	IC 81W
Grado di protezione	-	IP 44
Forma costruttiva	-	ORIZZONTALE
Peso Generatore	kg	42.300
Cuscinetti L.A./L.O.A.	-/-	Lisci/Lisci
Macchina Accoppiata	-	TURBINA VAPORE



Statore

Lo statore è composto principalmente dalla carcassa, dal circuito magnetico e dall'avvolgimento.

Carcassa

La carcassa è una costruzione rigida di acciaio nella quale è assemblato il pacco statore.

I piedi del generatore consistono in due piastre d'acciaio rettangolari saldate alla carcassa. L'aggiunta di spessori d'acciaio sotto i piedi della carcassa stessa, consente l'aggiustamento dell'altezza d'asse.

	GARA PER LA REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	Relazione generale	PAG. 100/299	

Pacco statore

Il pacco statore è interamente laminato in modo da ridurre al minimo le perdite per correnti parassite. Le lamiere statoriche sono ricavate da sottili lamine isolate d'acciaio magnetico di prima qualità.

Le lamine sono impaccate e accuratamente allineate, e introdotte sotto pressione in una struttura d'acciaio che viene successivamente saldata alle flange del pacco.

Allo scopo di trasmettere la pressione delle flange del pacco ai denti di statore sono previste delle dita di pressione. Questo sistema assicura un'elevata rigidità del pacco ed impedisce vibrazioni al pacco stesso e ai denti.

Facendo uso di distanziatori saldati di sezione a 'H', si formano nel pacco i canali di ventilazione radiali.

A conclusione del montaggio dell'avvolgimento e dell'impregnazione, il pacco statore è fissato alla carcassa saldandone le flange alle piastre trasversali della carcassa stessa.

Avvolgimento statore

Le bobine sono ricavate da conduttori di rame rettangolari, isolati con smalto sintetico ricoperto con un agglomerante epossidico contenente fibre di vetro.



Le bobine, dopo la loro formazione, sono isolate verso massa con l'applicazione di un nastro di mica speciale sull'intera superficie e su tutti i collegamenti. Lo strato finale di nastro vetro conferisce protezione meccanica all'avvolgimento. Infine, è applicata la protezione anticorona.

Le bobine nastrate sono montate nel pacco statore prima dell'impregnazione, e trattenute nelle cave con biette in laminato di vetro. Dopo l'essiccamento in forno, il pacco statore avvolto è impregnato sottovuoto e in pressione per mezzo di una miscela di resine epossidiche. Lo statore impregnato è passato in forno per la polimerizzazione delle resine

L'impregnazione sottovuoto e pressione conferisce all'avvolgimento una eccezionale resistenza dielettrica e contribuisce nell'assicurare la stabilità termica richiesta per soddisfare i requisiti delle norme IEEE per la classe F.

Il sistema sopra descritto, oltre ad un'elevata affidabilità, presenta molteplici vantaggi:

- miglioramento dello scambio termico tra avvolgimento statore e pacco statore;
- facilitazione della nastratura, sia manuale sia automatizzata, evitando così il rischio di danneggiare il nastro;
- l'impregnazione sottovuoto e pressione migliora ulteriormente, senza intaccarle, le proprietà dielettriche dell'isolamento che vengono conferite, peraltro, dal nastro stesso; l'avvolgimento statorico può subire, prima dell'impregnazione, delle prove dielettriche a valori di tensione superiori a quelli richiesti dalle prove finali di accettazione della macchina;
- eccezionale resistenza meccanica, che permette all'isolamento di superare le sollecitazioni che possono verificarsi durante il funzionamento della macchina;
- eccellente resistenza al sovraccarico transitorio termico a lungo termine; i risultati della valutazione di resistenza termica soddisfano, con ampio margine, i requisiti di Classe F.

	GARA PER LA REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	Relazione generale	PAG. 101/299	

Rotore

- *Albero*

L'albero d'acciaio è provvisto di costole assiali saldate che conferiscono eccellente rigidità e consentono di ottenere ampi canali assiali per la ventilazione.

- *Nucleo magnetico*

Il pacco è formato da una corona cilindrica di lamine intere ricavate da lamierino magnetico preisolato di acciaio di alta qualità. Il pacco rotore è pressato e assicurato all'albero con delle flange ed è introdotto e bloccato per mezzo di chivette.

Sono previsti inoltre canali di ventilazione radiali per assicurare agli avvolgimenti rotorici uno scambio termico ottimale. Le cave per l'avvolgimento di eccitazione sono aperte, mentre le cave per le barre della gabbia smorzatrice sono chiuse.

- *Avvolgimento di eccitazione*

L'avvolgimento di eccitazione consiste in conduttori rettangolari di rame preisolato, formati in bobine concentriche e inserite nelle cave.

L'isolamento delle cave avviene per mezzo di carta aramidica con indice di temperatura > 200° C. Le bobine sono assicurate nelle cave con biette di laminato di vetro epossidico.

Il rotore avvolto è poi impregnato sottovuoto e in pressione in una resina epossidica priva di solventi.

- *Bilanciamento e prova di sovraelongità*

Il rotore è bilanciato dinamicamente su macchina bilanciatrice a lettura elettronica.

La prova di sovraelongità è eseguita a una velocità maggiore del 20% rispetto a quella nominale.

Cuscinetti

Sono adoperati cuscinetti a strisciamento con la parte interna in metallo bianco. I cuscinetti e i relativi supporti, flangiati e sostenuti dagli scudi, sono divisi orizzontalmente per consentire facile ispezione e smontaggio.

La lubrificazione a olio deve essere assicurata da un sistema di circolazione esterno.

Le perdite d'olio lungo l'albero sono impedito da opportune chiusure a labirinto.

Il cuscinetto L.O.A. è isolato per evitare la circolazione di correnti d'albero.

La lubrificazione dei cuscinetti a basse velocità sarà assicurata da due pompe olio di sollevamento idrostatico del rotore.



Sistema di eccitazione

Il sistema di eccitazione previsto consiste principalmente di un'eccitatrice brushless montata sull'albero del generatore principale e di un regolatore di tensione fornito in quadro dedicato.

La regolazione del generatore avviene agendo sull'eccitazione. L'eccitatrice brushless è un alternatore di piccola taglia a campo stazionario e armatura rotante.

Raddrizzatore a diodi rotanti

Ai terminali dell'eccitatrice brushless si genera una corrente alternata trifase e poiché le bobine di campo del generatore principale devono essere alimentate a corrente continua, è interposto un ponte raddrizzatore.

	GARA PER LA REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	Relazione generale	PAG. 102/299	

I diodi sono collegati nella configurazione trifase del ponte di Graetz montati su una struttura di supporto. I diodi sono protetti contro le sovratensioni per mezzo di varistori collegati in parallelo al campo del generatore.

I terminali del raddrizzatore sono collegati alle bobine di campo del generatore principale con due cavi inseriti nel foro assiale dell'albero.

Alimentazione dell'eccitatrice statica con GMP

L'eccitatrice statica è alimentata da un generatore ausiliario a magneti permanenti accoppiato al rotore del generatore principale.

Segnali di tensione e corrente per il canale automatico del regolatore di tensione

Il controllo della potenza reattiva nel funzionamento del regolatore automatico di tensione avviene per mezzo di un segnale di tensione trifase e di un segnale di corrente ottenibile con:

- a: due trasformatori di tensione;
- b: un trasformatore di corrente posizionato nella morsettiera di centro stella.



Quadro di eccitazione

Il quadro di eccitazione, controllando la corrente di campo dell'eccitatrice brushless, regola la tensione ai morsetti e la potenza reattiva fornita dal generatore.

Il regolatore viene realizzato con logica programmabile (microprocessore) integrata con componenti allo stato solido di tipo professionale quali tiristori, transistori, diodi, resistenze, condensatori e trasformatori.

Il sistema comprende principalmente le seguenti funzioni:

- regolazione di tensione automatica, in grado di mantenere una tensione costante (+/- 0,5% della tensione nominale), con il generatore funzionante in isola o con altri gruppi in parallelo. E' inoltre prevista la funzione per la ripartizione della corrente reattiva. Il controllo della tensione del generatore è effettuato nel campo 90÷110% della tensione nominale;
- protezione per il funzionamento a frequenza ridotta, che limita la corrente di eccitazione quando la frequenza del generatore è minore di 45 Hz, in special modo durante la messa in servizio, l'avviamento ed il rallentamento. Questo dispositivo agisce solamente durante il funzionamento con canale automatico;
- regolazione della potenza reattiva/fattore di potenza che assicura un funzionamento stabile quando il generatore funziona in parallelo alla rete prevalente. È possibile scegliere il modo di funzionamento (VAR/Cosfi).
- limiti di sovra/sottoeccitazione. Questo dispositivo agisce come protezione del generatore e ne mantiene il proprio funzionamento sempre entro la curva di capability. In tal modo si evita la perdita di sincronismo del generatore. Questo dispositivo agisce solamente durante il funzionamento con canale automatico;
- rilevazione di guasto del regolatore di tensione automatico per il trasferimento del controllo al regolatore manuale;
- regolazione di tensione manuale. Il canale manuale controlla la tensione del generatore nel campo 50÷110% della tensione nominale; inoltre è provvisto di circuito di inseguimento, che consente il trasferimento della regolazione dal canale automatico a quello manuale senza transitori apprezzabili.

	GARA PER LA REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	Relazione generale	PAG. 103/299	

Il quadro di eccitazione include inoltre strumenti, relè e segnalazioni assieme ai corrispondenti circuiti ausiliari.

Quadro di messa a terra centro stella generatore

Armadio in lamiera di acciaio stampata o sagomata, verniciato internamente ed esternamente, completamente cablato, per installazione all'interno, posto a bordo dell'alternatore, contenente le seguenti apparecchiature:

- trasformatore di messa a terra (TMT);
- resistore;

ed avente le seguenti caratteristiche elettriche:

- temperatura di progetto 40° C
- normative di riferimento IEC
- grado di protezione IP 31
- tensione nominale 6.300 V
- frequenza nominale 50 Hz

Accessori vari, quali scaldiglie, ecc.

Quadro di protezione, misure, controllo e sincronizzatore

Quadro elettrico di controllo, misura, protezione e sincronizzazione generatore, realizzato in lamiera di acciaio stampata o sagomata, a struttura autoportante, avente grado di protezione IP 31, dotato di portine per accesso frontale.

Sarà previsto per montaggio a pavimento e sarà composto da tre sezioni.

1. Sezione controllo



Completa degli elementi di controllo necessari, quali interruttori, pulsanti, lampade di segnalazione, per attuare e/o comandare le seguenti funzioni e/o componenti:

- sincronizzatore
- dispositivo del generatore
- aumenta/diminuisce eccitazione
- aumenta/diminuisci velocità turbina
- fermata di emergenza

2. Sezione misura

Completa dei seguenti strumenti indicatori:

- voltmetro con selettore a sei vie e trasduttore;
- frequenzimetro con trasduttore;
- amperometro con selettore a tre vie e trasduttore;
- cosfimetrometro con trasduttore;
- varmetro con trasduttore;
- wattmetro con trasduttore;
- trasduttore per potenza attiva.

	GARA PER LA REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	Relazione generale	PAG. 104/299	

Tutte le misure saranno rese disponibili anche su morsettiera con segnale da convertitore $4 \div 20$ mA. Inoltre, è prevista l'installazione di un'adatta apparecchiatura di sincronizzazione, completa di tutta la strumentazione necessaria:

- doppio voltmetro;
- doppio frequenzimetro;
- sincronizzatore automatico;
- sincrocheck relay.

3. Sezione protezione

Sono previste protezioni di tipo digitale, realizzanti le seguenti funzioni:

- | | |
|--------------------------------|--------|
| ▪ minima frequenza | (<81) |
| ▪ massima frequenza | (>81) |
| ▪ relè di massimo flusso | (24) |
| ▪ massima tensione | (59) |
| ▪ minima tensione | (27) |
| ▪ perdita di passo | (78) |
| ▪ potenza inversa | (32 R) |
| ▪ perdita di eccitazione | (40) |
| ▪ corrente di sequenza inversa | (46) |
| ▪ massima corrente | (51) |
| ▪ minima impedenza | (21) |
| ▪ differenziale generatore | (87 G) |
| ▪ guasto a terra rotore | (64 R) |
| ▪ guasto a terra statore (95%) | (64 S) |

L'interruttore di macchina sarà aperto direttamente dalle singole protezioni e tramite relè di blocco (86G)

Per tutte le protezioni (con esclusione della protezioni differenziale, guasto terra rotore e perdita di passo) è prevista una doppia protezione (principale e di back-up).

9.3 CONDENSAZIONE E ALIMENTO DEL VAPORE

9.3.1 Criteri generali di progettazione della componente

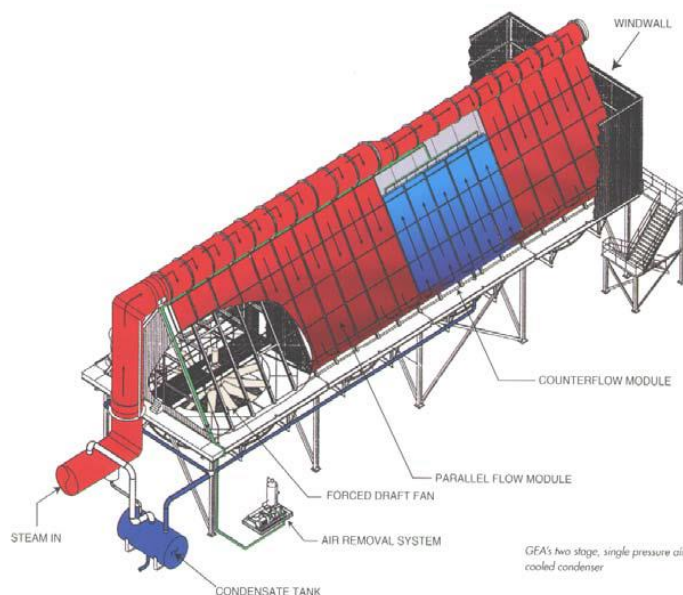
Il processo di condensazione a doppia fase in serie a singola pressione, previsto in progetto, prevede una prima fase (condensazione diretta K) caratterizzata da un flusso equi-corrente del vapore e delle condense ed una seconda fase (condensazione secondaria (a deflemmazione D) caratterizzata da un flusso controcorrente del vapore e delle condense nella quale si completa la condensazione del vapore con l'estrazione dei gas incondensabili.

Questo processo assicura la presenza di vapore in tutte le sezioni di scambio termico del condensatore ad aria e pertanto garantisce un contatto diretto del condensato con il vapore minimizzandone il sottoraffreddamento e il conseguente rischio di gelo. Dato che il sottoraffreddamento è minimizzato, il livello di ossigeno dissociato nel condensato è minimo riducendone la corrosione interna dei tubi.



Il vapore esausto scaricato dalla turbina a vapore fluisce nella tubazione di adduzione e successivamente nella tubazione di distribuzione e quindi viene distribuito nelle sezioni di scambio termico (fasci tubieri) dove inizia a condensare. Il vapore esausto viene inizialmente distribuito nella sezione primaria del condensatore ad aria (sezione K, 1° fase di condensazione) nella quale il vapore scorre all'interno dei tubi alettati dall'alto verso il basso e vi condensa per la maggior parte (dal 50 al 80% della portata complessiva).

La condensa formata si scorre verso il basso, parallelamente al vapore ancora da condensare e si raccoglie nei tubi deflemtori posti nella parte inferiore dei fasci tubieri. Il vapore non condensato nella sezione primaria (K), vapore in eccesso, viene convogliato attraverso le tubazioni (o testate inferiori dei fasci tubieri) alla sezione secondaria (sezione D chiamata a deflemmazione, 2° fase di condensazione), nella quale il vapore scorre verso l'alto all'interno dei tubi alettati fino al completamento della condensazione, mentre la condensa scorre verso il basso, in direzione opposta al vapore.

La condensa che si forma nei fasci tubieri si raccoglie nei tubi deflemtori (o testate) posti nella parte inferiore dei fasci tubieri, e quindi per gravità defluisce nelle tubazioni di scarico condensa e drena nel serbatoio di raccolta condense (pozzo caldo).



l'impiego di idonee pompe centrifughe le condense vengono successivamente rilanciate verso il ciclo termico. L'aria refrigerante movimentata dai gruppi ventilatori lambisce la superficie esterna delle sezioni di scambio termico con flusso a correnti incrociate rispetto ai tubi alettati. Il ventilatore a flusso assiale funziona in configurazione a tiraggio forzato aspirando l'aria dal basso e forzandola a passare attraverso il fascio tubiero per uscire dal lato superiore del condensatore.

	GARA PER LA REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	Relazione generale	PAG. 106/299	

9.3.1.1 Tubazioni di adduzione e distribuzione del vapore

I condotti del vapore sono progettati in modo che la velocità del flusso nel condotto e la caduta di pressione sono mantenute entro certi limiti per assicurare una corretta distribuzione del vapore all'interno dei tubi alettati. Condotti troppo piccoli comporterebbero velocità del flusso eccessive e conseguenti cadute di pressione che porterebbero al peggioramento delle prestazioni del condensatore.

I vari elementi che compongono il condotto di adduzione del vapore sono progettati in modo da minimizzare le perdite di carico; a tal riguardo gli elementi di variazione della direzione del flusso quali curve a 90°, T e Y sono progettati con idonei palettature interne (deviatori di flusso).

Il condotto di adduzione è progettato in modo da minimizzare le forze, i momenti ed i movimenti sulla flangia di scarico della turbina a vapore per effetto delle dilatazioni termiche, tramite l'utilizzo di giunti di dilatazione, supporti a molla e piastre di scorrimento incorporate nelle tubazioni e nei relativi supporti.

L'intero condotto del vapore è costruito in acciaio al carbonio saldato che unitamente all'esecuzione completamente saldata dei fasci tubieri, comporta un sistema a tenuta minimizzando al massimo il rischio di rientranze d'aria.

9.3.1.2 Sezioni di scambio termico – Fasci tubieri

L'elemento principale di un condensatore ad aria è il fascio tubiero ove si realizza il processo di condensazione.

I fasci tubieri sono composti essenzialmente dai seguenti elementi:

- I tubi alettati disposti su una o più file
- Le piastre tubiere inferiori e superiori
- Il collettore inferiore chiamato "tubo deflemmatore" (o testate inferiori dei fasci)
- I collettori superiori per l'estrazione degli inerti per i soli fasci D
- La struttura di sostegno del fascio (fiancate e traverse) per il fissaggio del pacco di tubi alettati (solo per i fasci tubieri multirow).



I tubi alettati sono saldati alle loro estremità alle piastre tubiere dei fasci per garantire la perfetta tenuta del vuoto. Entrambi i tipi di fasci tubieri (K e D) presentano nella loro parte inferiore i collettori di raccolta della condensa chiamati "tubi deflemmatori". I fasci tipo K della zona a condensazione diretta presentano nella loro parte superiore soltanto le piastre tubiere alle quali verrà saldato il tubo di distribuzione vapore.

Viceversa, i fasci della zona a deflemmazione sono forniti con un collettore superiore per l'estrazione degli inerti.

I fasci tubieri vengono installati in fila ed in parallelo a capanna (a forma di "A") al di sopra del piano dei gruppi ventilatori.

La tecnologia prevista in progetto permette di scegliere fra varie opzioni di tubo alettato:

- Tubi alettati bimetallici acciaio/AL su una unica file (single row ALEX): tubo a sezione ovale in acciaio al carbonio con alettatura piana in alluminio con unione tubo-aletta mediante saldobrasatura
- Tubi alettati in acciaio zincati a bagno caldo disposti su 2 file: tubo a sezione ellittica con alettatura rettangolare entrambi in acciaio al carbonio con unione tubo-aletta mediante zincatura a bagno caldo

	GARA PER LA REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	Relazione generale	PAG. 107/299	

- Tubi alettati bi-metallici acciaio/AL disposti su più file (multirow): tubo rotondo in acciaio al carbonio con alettatura rotonda in alluminio avvolta a spirale, unione del tipo incastrata (GFIN) o del tipo estrusa (EFIN).

9.3.1.3 Sistema di movimentazione dell'aria.

Nei condensatori ad aria il calore di condensazione viene ceduto all'aria refrigerante movimentata con l'ausilio di idonei ventilatori assiali. Il sistema di movimentazione dell'aria è realizzato in modo da operare a tiraggio forzato. Le celle di ventilazione includono uno o due gruppi ventilanti ciascuno composto da ventilatore a flusso assiale con relativo anello o convogliatore, motore elettrico e trasmissione con riduttore ad ingranaggi o a cinghie.

9.3.1.4 Ventilatori

I ventilatori sono del tipo assiale a tiraggio forzato con angolo di calettamento delle pale fisso modificabile a ventilatore spento. Le pale dei ventilatori possono essere di alluminio o in fibra in base alle prestazioni richieste. La scelta della tipologia di ventilatore tiene conto della portata di aria da movimentare, delle perdite di carico dell'aria nel percorso attraverso il condensatore e del rumore.

9.3.2 Perdite di carico lato aria



Le perdite di carico lato aria si suddividono in perdite di carico primarie, dovute alla resistenza di attraversamento dell'aria attraverso il fascio tubiero, ed in perdite di carico secondarie causate dalla configurazione del condensatore ad aria e dalla presenza di elementi ambientali circostanti. Per la corretta valutazione delle perdite di carico dell'aria e quindi del consumo energetico dei ventilatori, è necessario valutare attentamente le perdite di carico secondarie che in un condensatore ad aria con struttura ad A sono causate da:

- Influenze della velocità e delle accelerazioni dell'aria ambiente;
- Perdite di carico in ingresso dovute alla struttura del condensatore con attenta valutazione delle sezioni libere di ingresso dell'aria al di sotto della struttura del condensatore ed eventuali influenze di edifici e strutture circostanti;
- Cambio della direzione del flusso d'aria in ingresso (90° o più);
- Perdite di carico dovute alle reti di protezione ed alle strutture di sostegno dei gruppi ventilatori
- Cambio della direzione del flusso d'aria a monte e a valle dei fasci tubieri (>60°)
- Perdita di carico nella sezione di uscita verso l'alto in atmosfera.

In particolare, sono presenti dei cambiamenti sulla sezione di uscita che causano variazioni della velocità dell'aria. Ad esempio, l'aria confinata all'uscita della sezione trasversale entro la parete antivento è tipicamente circa il 60% dell'area frontale del fascio tubiero e questa riduzione di area corrisponde ad una perdita di pressione causata dall'accelerazione dell'aria.

Pertanto, a seconda della dimensione del condensatore ad aria, le perdite secondarie possono variare tra il 20% e l'80% della perdita attraverso i tubi. Di conseguenza, nella valutazione di diverse configurazioni per un condensatore ad aria è necessario prestare attenzione nell'assicurarsi che tutte

le perdite secondarie siano state considerate in modo da dimensionare correttamente i gruppi ventilanti e per determinare la potenza assorbita dei ventilatori.

	GARA PER LA REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	Relazione generale	PAG. 108/299	

9.3.3 Trasmissione

I gruppi di trasmissione possono essere del tipo a cinghie oppure riduttori ad ingranaggi. La scelta della tipologia dipende dal diametro dei ventilatori e dalle potenze dei motori elettrici. Le cinghie possono essere utilizzate con potenze del motore fino a 45kW e con diametri fino a 18/20 piedi, mentre per potenze e diametri superiori si utilizzano i riduttori ad ingranaggi.

I riduttori a ingranaggi sono del tipo ad assi paralleli con lubrificazione forzata ad olio e sono selezionati secondo la normativa AGMA con un fattore di servizio maggiore di 2 sulla potenza motore.

9.3.4 Motori elettrici

I motori sono del tipo TEFC con protezione IP55, classe di isolamento F e classe di sovratemperatura B. Possono essere previsti a singola o doppia velocità; nel caso di singola velocità i motori elettrici vengono azionati mediante inverter.

La posizione di montaggio è V1 con tettuccio parapiovvia in caso di presenza di un riduttore ad ingranaggi, mentre per trasmissioni a cinghie la posizione di montaggio è V6.

9.3.5 Anello del ventilatore

L'anello ventilatore nel quale ruota il ventilatore assiale ha la funzione di convogliare l'aria verso il ventilatore stesso. Per i gruppi ventilatori di piccolo diametro con trasmissione a cinghie l'anello è in acciaio al carbonio zincato a bagno caldo mentre nel caso di ventilatori di grande diametro e trasmissioni con riduttori ad ingranaggi gli anelli possono essere realizzati anche in fibra o plastica. Gli anelli vengono fissati alle lamiere di fondo del piano piattaforma.

Per applicazioni a bassissima rumorosità gli anelli possono avere all'imbocco dei profili speciali a campana in modo da minimizzare le perdite in ingresso.

Al di sotto dell'anello è presente una rete di protezione progettata per permettere il camminamento e l'accesso al ventilatore per le operazioni di ispezione o regolazione.

9.3.6 Struttura di sostegno gruppo ventilatore

La struttura di sostegno del gruppo ventilatore differisce a seconda del tipo di trasmissione usata.



Per trasmissioni a cinghie e diametri ventilatori inferiore ai 20 piedi la struttura di sostegno è composta da un traliccio fissato alla parte inferiore dell'anello ventilatore (sezione di ingresso dell'aria) e quindi al di fuori del tetto del condensatore ad aria. Al traliccio sono fissati motore elettrico ed albero di trasmissione.

Per trasmissioni con riduttori ad ingranaggi, la struttura di sostegno dei gruppi ventilanti è costituita da un traliccio a ponte posizionato all'interno del tetto del condensatore ad aria con passerella di camminamento e parapetti di protezione; il gruppo motoriduttore è posizionato al centro del traliccio con ventilatore assiale posizionato al di sotto della struttura.

9.3.7 Struttura di sostegno

La struttura di sostegno del condensatore ad aria è costituita da:

- Colonne e controventature per il sostegno del piano piattaforma e dei fasci tubieri.

	GARA PER LA REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	Relazione generale	PAG. 109/299	

- Piano piattaforma coperto dalle lamiere di fondo alle quale vengono fissati gli anelli ventilatori e, sul perimetro, dalle lamiere striate per il camminamento intorno alla superficie di scambio
- Pareti divisorie delle celle di ventilazione: le pareti sono posizionate al di sotto dei fasci tubieri ed hanno la funzione di separare i ventilatori in modo da evitare la ricircolazione dell'aria fra un gruppo e l'altro.
- Capriate di sostegno dei fasci tubieri necessari per i fasci multi-row non autoportanti
- Parete antivento perimetrale per evitare la ricircolazione dell'aria calda uscente dal condensatore ad aria verso la sezione di aspirazione
- Strutture ausiliarie quali strutture sostegno del serbatoio, del tubo adduzione del vapore, del gruppo del vuoto, passerelle di servizio, ecc...

Per l'accesso al piano piattaforma del condensatore ad aria sono normalmente previste una scala a rampe al termine di uno dei lati della struttura e una scala a pioli di emergenza sul lato opposto. Lungo il perimetro del piano piattaforma è previsto un camminamento in lamiera striata intorno ai fasci tubieri. In caso di condensatori multi-tetto è previsto un camminamento in grigliato fra i tetti per l'ispezione della superficie di scambio.

Ogni lato della superficie di scambio termico è dotato di una scala scorrevole in alluminio per interventi di ispezione e di pulizia della superficie di scambio. Una delle scale installate viene normalmente usata anche per l'accesso al piano di servizio posto sul tubo di distribuzione del vapore.

Le strutture metalliche vengono fornite complete di protezione superficiale (zincatura a bagno caldo o ciclo di verniciatura) e presentano collegamenti bullonati per facilitare le operazioni di montaggio.

9.3.7.1 Serbatoio di raccolta condense (pozzo caldo)



Il condensato scaricato dai fasci tubieri viene raccolto in un serbatoio cilindrico montato orizzontalmente (pozzo caldo). Il progetto del serbatoio segue le norme ASME oppure AD Merkblatt e viene progettato per il vuoto assoluto. La costruzione è in acciaio al carbonio saldato. Il pozzo caldo viene installato ad una quota inferiore del piano piattaforma del condensatore ad aria in modo da assicurare il drenaggio per gravità della condensa dai fasci tubieri.

9.3.7.2 Gruppo del vuoto

Il condensatore ad aria opera sotto vuoto. E previsto un idoneo gruppo del vuoto per lo svuotamento del condensatore dall'aria ambiente durante la fase di avviamento e per il mantenimento delle condizioni di vuoto con l'estrazione dei gas in condensabili all'interno del condensatore durante le fasi di esercizio.

Le tipologie di gruppi del vuoto possono essere:

- Gruppi del vuoto ad eiettori a vapore
- Gruppi del vuoto con pompe ad anello liquido
- Gruppi del vuoto ibridi (eiettore a vapore + pompa ad anello liquido)

	GARA PER LA REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	Relazione generale	PAG. 110/299	

9.3.7.3 Protezione contro il gelo

La tecnologia proposta combinata con l'esperienza maturata in centinaia di installazioni a tutti gli estremi di temperatura ha permesso di sviluppare soluzioni progettuali che sono virtualmente a prova di fenomeni di congelamento. L'esperienza operativa maturata in zone quali l'Alaska, il Wyoming e la Russia, dove le temperature di -40°C sono comuni, ha confermato la bontà delle soluzioni progettuali previste nella presente proposta.

Le caratteristiche specifiche del condensatore che determinano la protezione dal gelo sono le seguenti:

Condensazione a doppio stadio (processo K/D)

Il processo di condensazione a doppio stadio con singola pressione permette di massimizzare il calore scambiato dal vapore al condensato minimizzando così il sottoraffreddamento ed il potenziale congelamento. Questa caratteristica permette inoltre un'ideale punto di connessione per la sicura rimozione dell'aria e degli incondensabili.

Sistema auto-drenante

La progettazione e la costruzione del condensatore ad aria sono tali da permettere all'unità di essere auto-drenante. Questa caratteristica permette di eliminare le possibilità di sacche di ristagno suscettibili di congelamento che possono generarsi in caso di spegnimento dell'unità. Inoltre, l'unità opera a una singola pressione minimizzando il rischio del congelamento.

Motori a velocità variabile e sistema di controllo del ventilatore

L'utilizzo di motori a due velocità o di azionamenti a mezzo inverter permette di variare la velocità di rotazione dei ventilatori per la regolazione del processo di condensazione. Questa caratteristica, quando è combinata con un sistema di controllo automatico del ventilatore, permette un'ulteriore protezione dal congelamento.

Tubi alettati di grande sezione trasversale

Il tubo previsto in progetto impiega una singola fila di tubi con un'ampia sezione trasversale che riduce la velocità di percorrenza del vapore nei tubi con i seguenti benefici:

- Riduzione della caduta di pressione sul lato vapore: ciò riduce inoltre l'entità del sottoraffreddamento e incrementa la differenza di temperatura media logaritmica.
- Possibilità di utilizzare tubi alettati più lunghi a causa delle minori perdite di pressione interne: ciò permette dimensioni dei moduli maggiori e una riduzione della quantità di componenti per la movimentazione dell'aria (progetto è più efficiente).
- Basse velocità del vapore all'interno dei tubi di tipo D: ciò minimizza la possibilità di rallentamento e conseguente rischio di ristagno del condensato (condizione critica per rispettare la protezione dal gelo e minimizzare la possibilità di formazione di zone morte e inoltre assicura un'estrazione sicura degli incondensabili).

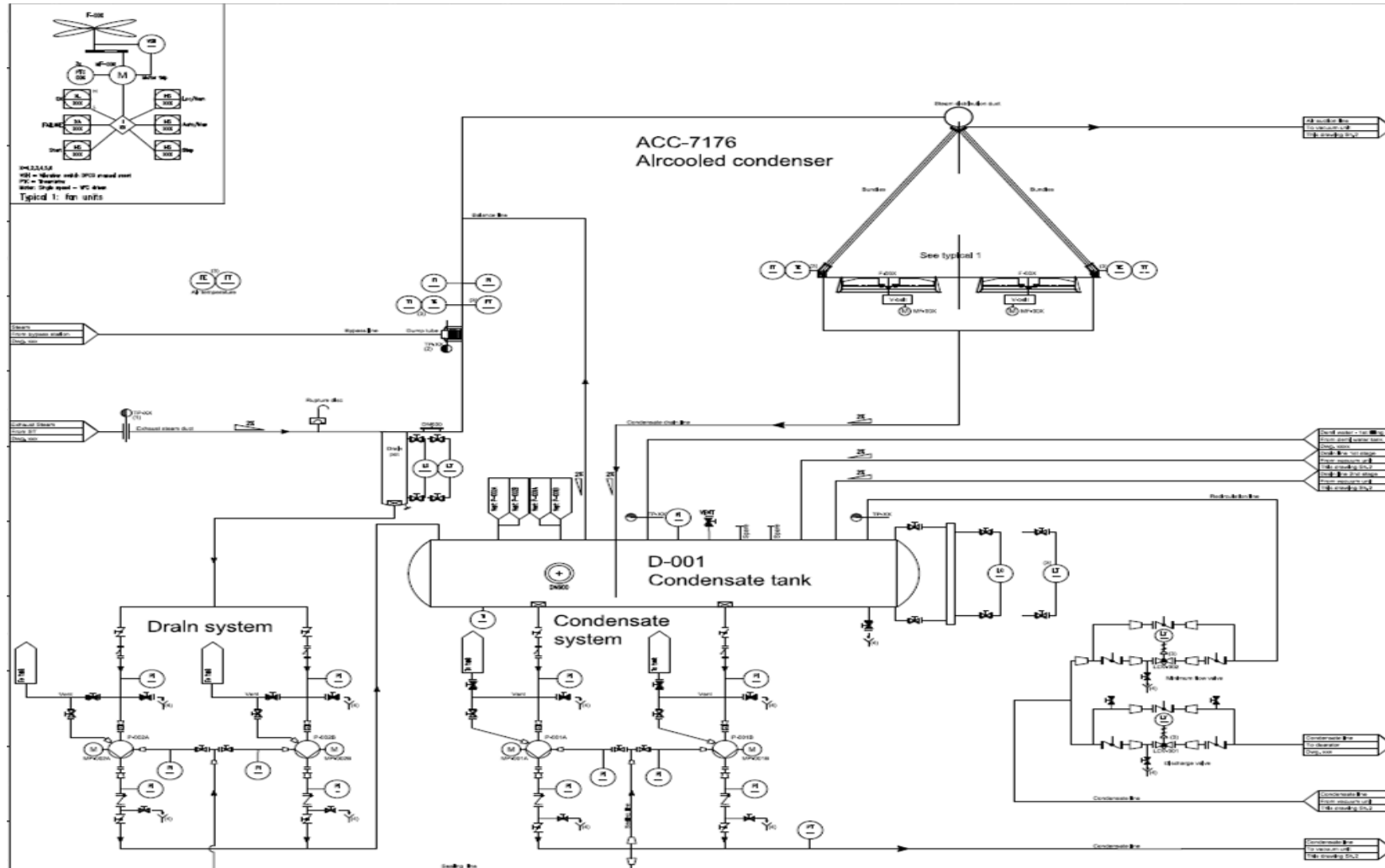


Figura 34 P&ID condensatore ad aria

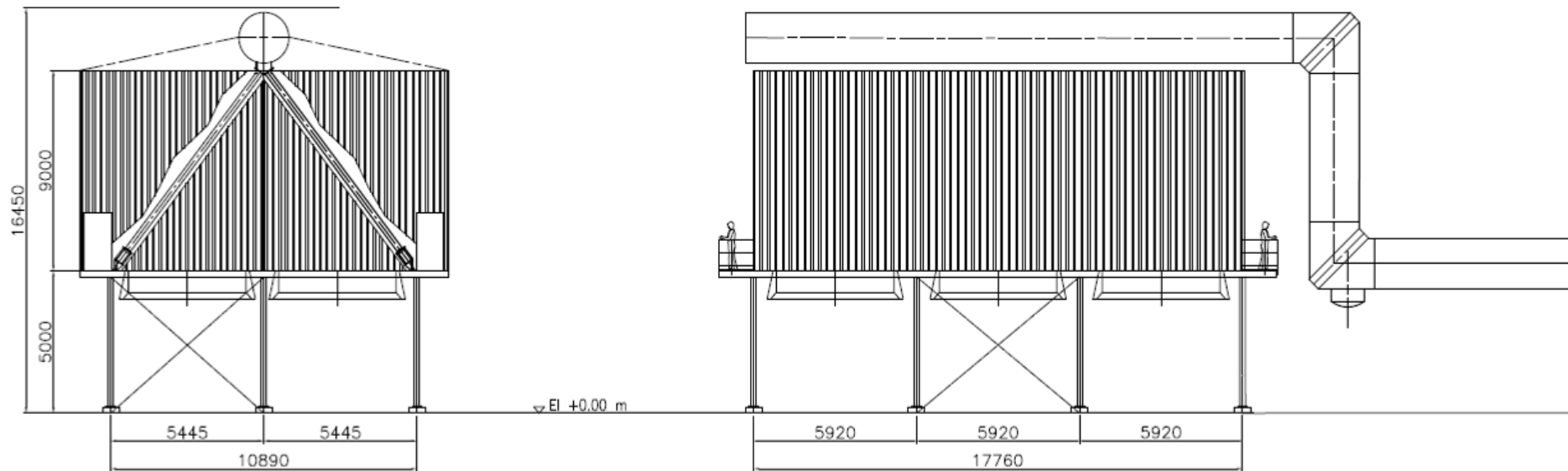


Figura 35 Geometrie condensatore ad aria

9.3.8 *Descrizione del sistema di condensazione*

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:

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

Nella fase di avviamento, è utilizzato l'eietttore 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.

	GARA PER LA REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	Relazione generale	PAG. 114/299	

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 .

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 6 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.

Il consumo di vapore è circa 200 kg/h di vapor 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 35 m³/h
- NPSH 3 m (a quota zero)
- prevalenza 12 bar.a
- potenza motore 37 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.

Caratteristiche tecniche condensatore

Pressione di progetto	bar	0,10
Temperatura aria ambiente	°C	20
Superficie di scambio tubo alettato/tubo nudo	m ²	50.000/2.500
Potenza ventilatori di raffreddamento	kW	37
Volume serbatoio condensato	m ³	15

9.3.8.1 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 sovraspessore di corrosione non inferiore ad 1,5 mm.

Il degasatore è posizionato sulla copertura del locale ciclo termico; caratteristiche:

▪ portata al degasatore al CTN	28,3 t/h
▪ temperatura alimento	110 °C
▪ pressione degasatore	1,43 bar(a)
▪ garanzia degasaggio O ₂ residuo	0,005 ppm
▪ carico	50-110%
▪ temperatura di progetto	225 °C
▪ pressione di esercizio	6,0 bar.a
▪ portata vapori per sostegno	1.500 kg/h
▪ capacità polmone	15 m ³

Materiali

▪ torretta riscaldante	A 516 Gr70 o equivalente
▪ ugelli	AISI 304
▪ piatti	AISI 304
▪ serbatoio	A 516 Gr70 o equivalente
▪ spessore di serbatoio	12 mm.

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

9.3.8.2 Circuito di preriscaldamento 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.

Condizioni di progetto (CTN):

- fluido freddo condensato

▪ fluido caldo	fumi
▪ pressione di esercizio lato acqua	11,5 bar.a
▪ entalpia fumi in ingresso	171,5 kJ/kg
▪ temperatura ingresso fumi	179 °C
▪ portata condensato ingresso	28.300 kg/h
▪ temperatura ingresso condensato	51 °C
▪ temperatura uscita condensato	86 °C
▪ portata fumi umida	69.500 kg/h
▪ temperatura uscita fumi	124,5 °C
▪ materiale involucro	A 516 Gr60
▪ materiale tubi	AISI 304
▪ materiale casse d'acqua	A 516 Gr60

9.3.9 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.

Condizioni di progetto (CTN):

• quantità	2
• tipo	orizzontale
• portata di esercizio	~32,5 t/h
• portata di progetto	38 t/h
• prevalenza	70 bar.a
• pressione aspirazione	2 bar.a
• temperatura aspirazione	110 °C
• NPSH disponibile (quota zero)	5 m
• taglia motore elettrico	380 V, 250 kW



Materiali

• corpo	acciaio al carbonio
• girante	acciaio inox
• albero	acciaio inox
• tipo di tenuta	meccanica

9.3.9.1 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 attemperato, da attivare in avviamento, ai bassi carichi turbina e in caso di blocco macchina.

• pressione in ingresso	48,5 bar.a
• temperatura in ingresso	405 °C
• portata vapore	ca. 2,5 t/h
• portata totale in uscita	ca. 3,1 t/h
• pressione in uscita	6,0 bar.a
• temperatura in uscita	175 °C

	GARA PER LA REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	Relazione generale	PAG. 118/299	

9.3.9.2 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 attemperamento, e dump tube per lo scarico del vapore nel condotto di scarico turbina.

Caratteristiche di esercizio al CTN:

- pressione in ingresso 48,5 bar.a
- temperatura in ingresso 405 °C
- portata vapore ca. 28,0 t/h
- portata totale in uscita ca. 35,3 t/h
- pressione al condensatore 0,3 bar.a
- temperatura al condensatore 69,1 °C

9.3.10 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.

A) Ponte

La struttura portante è dimensionata secondo le prescrizioni delle norme classe FEM (carpenteria e porte strutturali A5, meccanismi sollevamento argano M4, paranco elettrico a catena M4); ha una rigidità sufficiente a garantire una freccia elastica inferiore a 1/750 della luce del ponte con il carrello posto in centro al ponte, e un sovraccarico del 10% sulla portata nominale del paranco, come prescritti dalla vigente legislazione.

Le testate sono del tipo a cassone, realizzate con lamiere piegate, elettrosaldate, opportunamente irrigidite con diaframmi trasversali in modo da offrire il corretto attacco della trave e un adeguato alloggiamento dei meccanismi di scorrimento.

Alle estremità delle testate e delle via di corsa del carrello sono previsti robusti respingenti ammortizzanti, atti ad assorbire l'energia cinetica delle masse in moto, in occasione di arresti d'emergenza.

Le ruote motrici sono direttamente calettate all'albero lento del riduttore.

Sui riduttori a ingranaggi cilindrici, fresati dal pieno, con montaggio degli alberi su cuscinetti a rotolamento, funzionanti in bagno d'olio, sono montati due motori speciali del tipo in corto circuito autofrenante, adatti per il servizio stabilito nei dati tecnici.



B) Argano di sollevamento

Il motore di sollevamento è di tipo asincrono trifase autofrenante con alto valore di coppia di spunto, ed è idoneo a sopportare un elevato numero di inserzioni orarie.

I motori sono del tipo autofrenante asincrono trifase con rotore in cortocircuito e freno elettromagnetico a disco con inserzione automatica in mancanza di tensione, con protezione IP 54 e classe di isolamento F.

L'anello guidafune è costituito da settori collegati fra loro da una fascia per permettere un facile montaggio, con apposito settore guidafune.

L'anello stringifune, in settori, è munito di molle per tenere la fune opportunamente adagiata nelle scanalature del tamburo, per eliminare eventuale bando nel caso che il paranco continui a funzionare con il carico già posizionato.

	GARA PER LA REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	Relazione generale	PAG. 119/299	

Il paranco è provvisto di finecorsa di sollevamento di sicurezza, agente sul circuito di comando dei teleruttori di salita e discesa.

Il gancio di sollevamento, in acciaio forgiato, è girevole su cuscinetto reggispira ed è sospeso da un ponte oscillante forgiato in acciaio.

Il ponte è direttamente sostenuto dalle carrucole montate su cuscinetti a rotolamento, formanti il bozzello di tiro.

Opportune protezioni impediscono la fuoriuscita delle funi dalle sedi di rotolamento.

C) Carrello

Il carrello portaparanco è composto di un'intelaiatura in profilati di acciaio saldati elettricamente, e appoggia su quattro ruote a doppio bordino in acciaio, calettate su alberi girevoli su cuscinetti a sfere tipo stagno.

Una di tali ruote è motrice, provvista di una corona dentata in acciaio con denti fresati dal pieno.

La ruota è comandata da un motoriduttore flangiato al telaio carrello che, attraverso un pignone dentato, calettato sul motoriduttore ingranante sulla corona dentata della ruota, trasmette il moto al carrello.

Il movimento di traslazione del carrello è provvisto di proprio freno a dischi coassiale al motore con comando elettromagnetico di apertura e molla di contrasto per la chiusura.

Il carrello è provvisto di respingenti ammortizzanti e fine corsa analoghi a quelli del ponte.

D) Vie di corsa

Le vie di corsa sono realizzate con rotaia di tipo "burback", montata su trave in ferro, sostenuta da appositi pilastri.

E) Apparecchiatura elettrica e comandi



Il quadro di comando è installato a bordo della gru; tutti i componenti all'interno del quadro sono montati frontalmente; i conduttori sono posati su canaline in materiale plastico autoestinguenti. I cablaggi sono realizzati con unipolari isolati in materiale termoplastico. Le linee di alimentazione del carrello argano e della pulsantiera sono costituite da cavi isolati di tipo flessibilissimo, a conduttori multipli di tipo piatto, sistemati a festoni, con carrellini scorrevoli in rotaia di acciaio zincato estesa su tutta la lunghezza del ponte. I cavi di posa fissa sono protetti da tubi e guaine e raccordati con bocchettoni.

I comandi avvengono tramite radiocomando idoneo per attivare tutti i movimenti del carro ponte.

La linea di alimentazione gru è del tipo "blindo-trolley".

F) Caratteristiche tecniche

- portata del gancio: 15 t
- scartamento del ponte: 11,5 m
- corsa verticale benna: 8 m
- velocità di sollevamento: 2,4+0,6 m/min
- velocità di traslazione carrello: 15 m/min
- velocità di scorrimento ponte: 15 m/min
- potenza dei motori elettrici installati:
 - sollevamento: 24/6 kW
 - traslazione carrello: 1,5 kW

	GARA PER LA REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
Relazione generale		PAG. 120/299	

- scorrimento ponte: 1,8 x 2 kW
- comandi a pulsantiera pensile scorrevole e indipendente
- norme:
 - carpenteria e porte strutturali: FEM A5
 - meccanismi: M4
 - paranco elettrico a catena: M4
- linea elettrica di alimentazione sul ponte e lungo l'edificio, del tipo a festoni scorrevole su canalina zincata a mezzo carrellini su cuscinetti a sfere.

10. 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. Tale scelta è in linea con quanto previsto nel progetto preliminare della Stazione Appaltante ed è ampiamente condivisa dai Proponenti.

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).

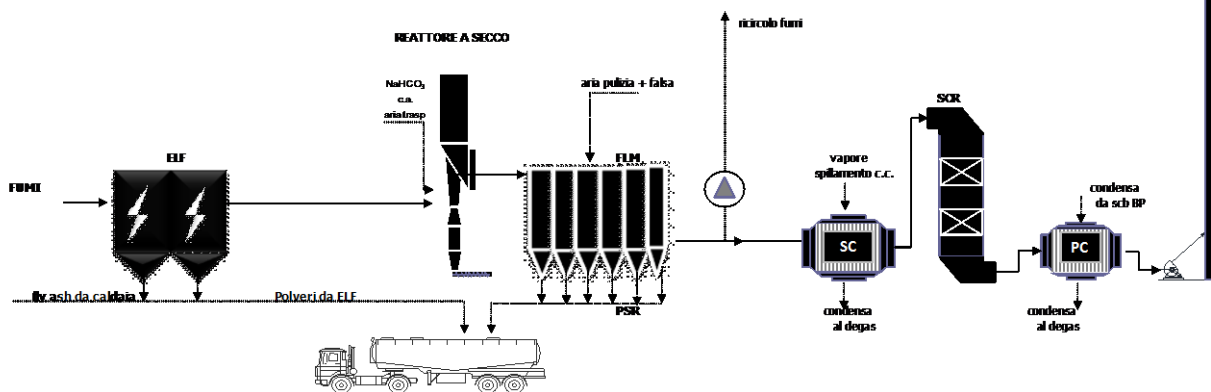




Figura 36 Schema funzionale generale della linea fumi

	GARA PER LA REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
Relazione generale		PAG. 122/299	

10.1 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 $\ll 1 \text{ mg/Nm}^3$
- 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 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 nell'offerta tecnica.

10.1.1 *Precipitatore elettrostatico* (ELF)

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 <30 mg/Nm³ (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.

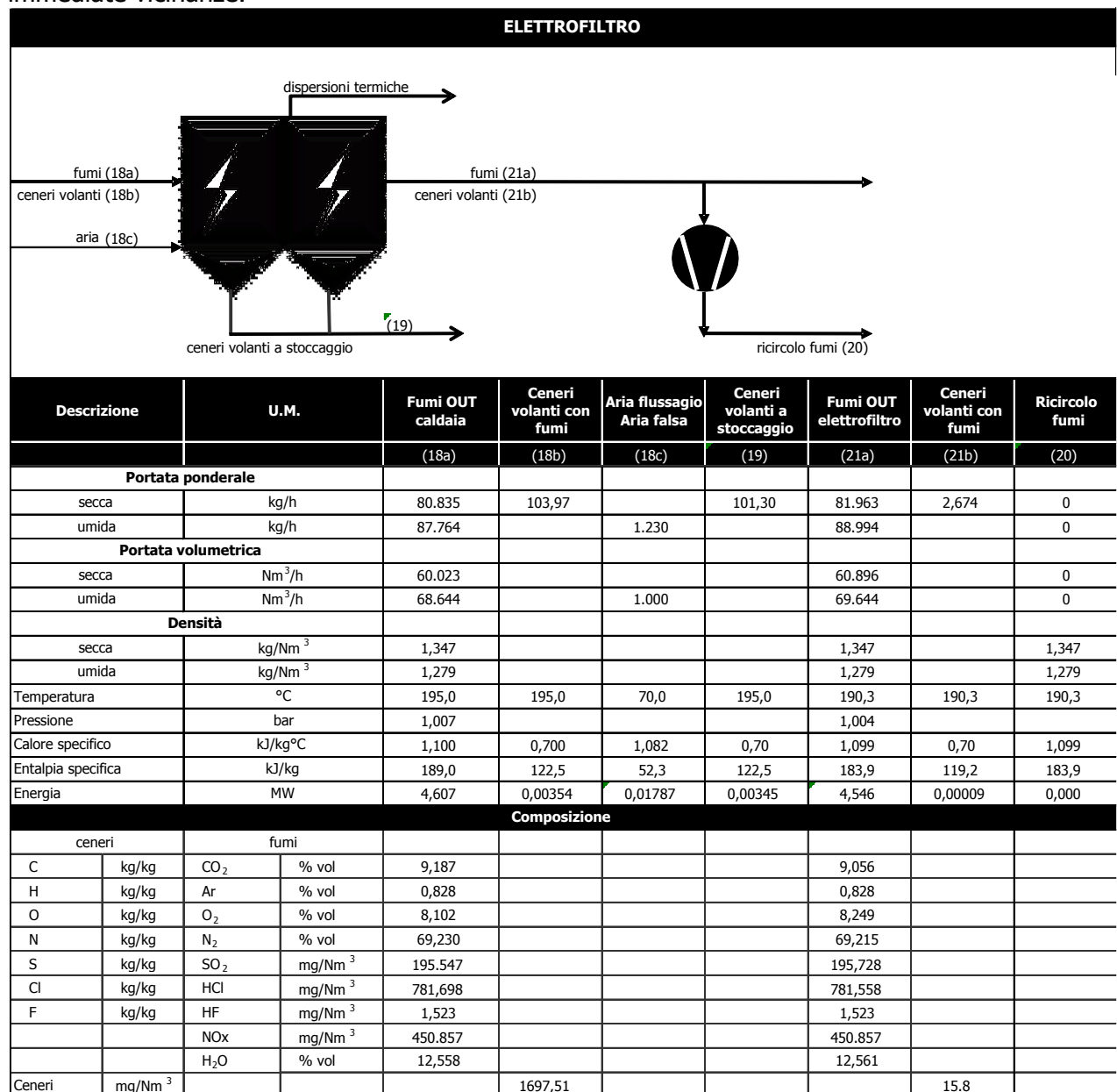


Tabella 9 Riepilogo dei principali dati di funzionamento dell'elettrofiltro al CTN

10.1.2 Reattore di neutralizzazione

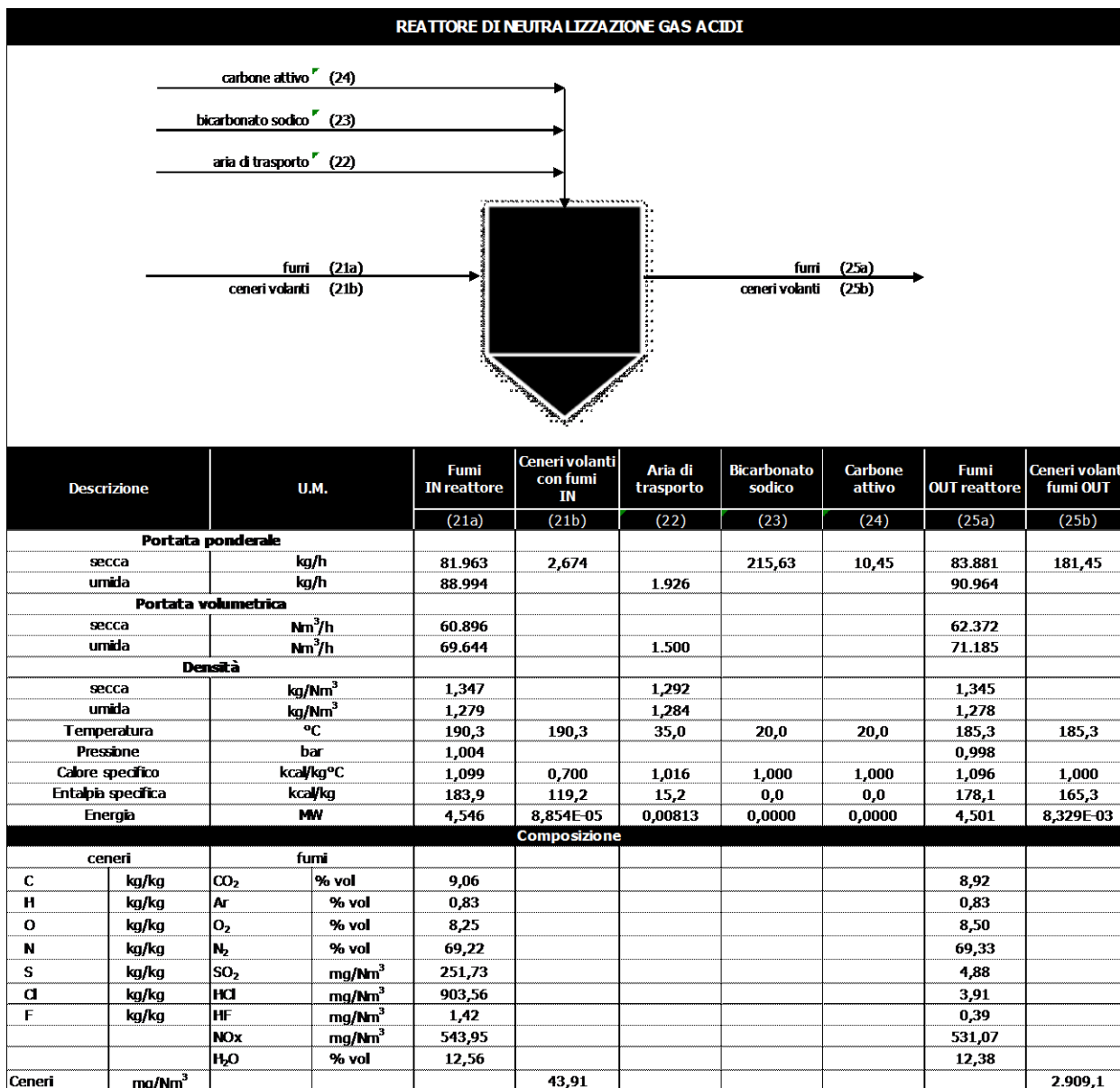




Tabella 10 Riepilogo dei principali dati di funzionamento del reattore di neutralizzazione dei macroinquinanti acidi al CTN

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) $\text{Na}_2\text{CO}_3 + 2 \text{HF} \rightarrow 2 \text{NaF} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$

	GARA PER LA REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	Relazione generale	PAG. 125/299	

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.

10.1.3 Iniezione dei carboni attivi per l'abbattimento metalli pesanti e microinquinanti organici

Le normative attualmente vigenti in materia di emissioni impongono limiti molto severi per le emissioni di diversi metalli (Hg, Cd, Tl,.....) e dei microinquinanti organici (diossine e furani).

I "metalli pesanti" possono essere classificati in base alla loro chimica e alla loro attività e tossicità biologica:

- classe A: affinità con l'ossigeno;
- classe B: affinità con lo zolfo;
- classe intermedia tra le due precedenti.

La tossicità è crescente dalla classe A alla classe B.

Nei combustibili alimentati al forno sono presenti in tracce, tra gli altri, i seguenti metalli pesanti potenzialmente tossici: mercurio (Hg), cadmio (Cd), tallio (Tl), piombo (Pb), nichel (Ni), arsenico (As) ed i loro composti.

Durante la fase di combustione i metalli si distribuiscono in maniera non omogenea nei diversi flussi dei residui solidi ed aeriformi che si diramano dal processo.

Il meccanismo che regola la distribuzione si basa sul fenomeno della vaporizzazione in camera di combustione seguito, nella fase gassosa, da:

- nucleazione omogenea in particolato finissimo,
- vapori sovrassaturi,
- condensazione sul particolato fine, che offre maggiore superficie specifica.

Con il termine microinquinanti organici si identificano invece i composti noti con il nome di *"diossine"* e *"furan"*: tale appellativo si riferisce ai 75 cogeneri di composti policloruratidibenzo-p-diossine (PCDD) ed ai 135 cogeneri dei policloruratidibenzofurani (PCDF).



Tra questi 210 composti, 17 cogeneri hanno atomi di cloro nelle posizioni 2,3,7 e 8 che conferiscono le seguenti particolarità:

- tossicità nei confronti di numerosi animali da laboratorio;
- persistenza agli attacchi chimici, biologici e fisici.

Queste caratteristiche portano le diossine ad accumularsi nell'ambiente con conseguente bioaccumulo in animali ed esseri umani.

I fattori che sembrano favorire la formazione di PCDD/PCDF sono:

- alte temperature;
- tempo di permanenza dei fumi nelle zone ad alte temperature;
- turbolenza nella zona di combustione;

	GARA PER LA REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
Relazione generale		PAG. 126/299	

- presenza di radicali in miscele di reazione ed in processi chimici.

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

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

Le reazioni a cui imputare la formazione di questi composti possono essere così riassunte:

- reazioni omogenee in fase gassosa all'interno della zona di combustione fra 800 e 1220°C;
- reazioni eterogenee sulle superfici del particolato all'interno della zona di combustione e nella zona di post combustione (gas primario);
- "*sintesi De Novo*": catalizzata dalle ceneri volanti, ha luogo quando il flusso gassoso attraversa l'intervallo di temperature compreso fra a 250 e 450°C.

L'abbattimento dei metalli pesanti e dei microinquinanti organici viene realizzato mediante l'aggiunta di carbone attivo in ragione di circa 50 mg/m³_{effettivo} nei fumi da depurare.

L'iniezione viene effettuata unitamente a quella del bicarbonato in prossimità del reattore Venturi, onde ottimizzare la dispersione all'interno della corrente dei fumi da depurare.

Possiamo evidenziare inoltre come sulla base delle esperienze in atto il bicarbonato di sodio, di per sé, eserciti già una certa azione di riduzione del mercurio.

10.1.4 *Filtro a maniche* (FLM)

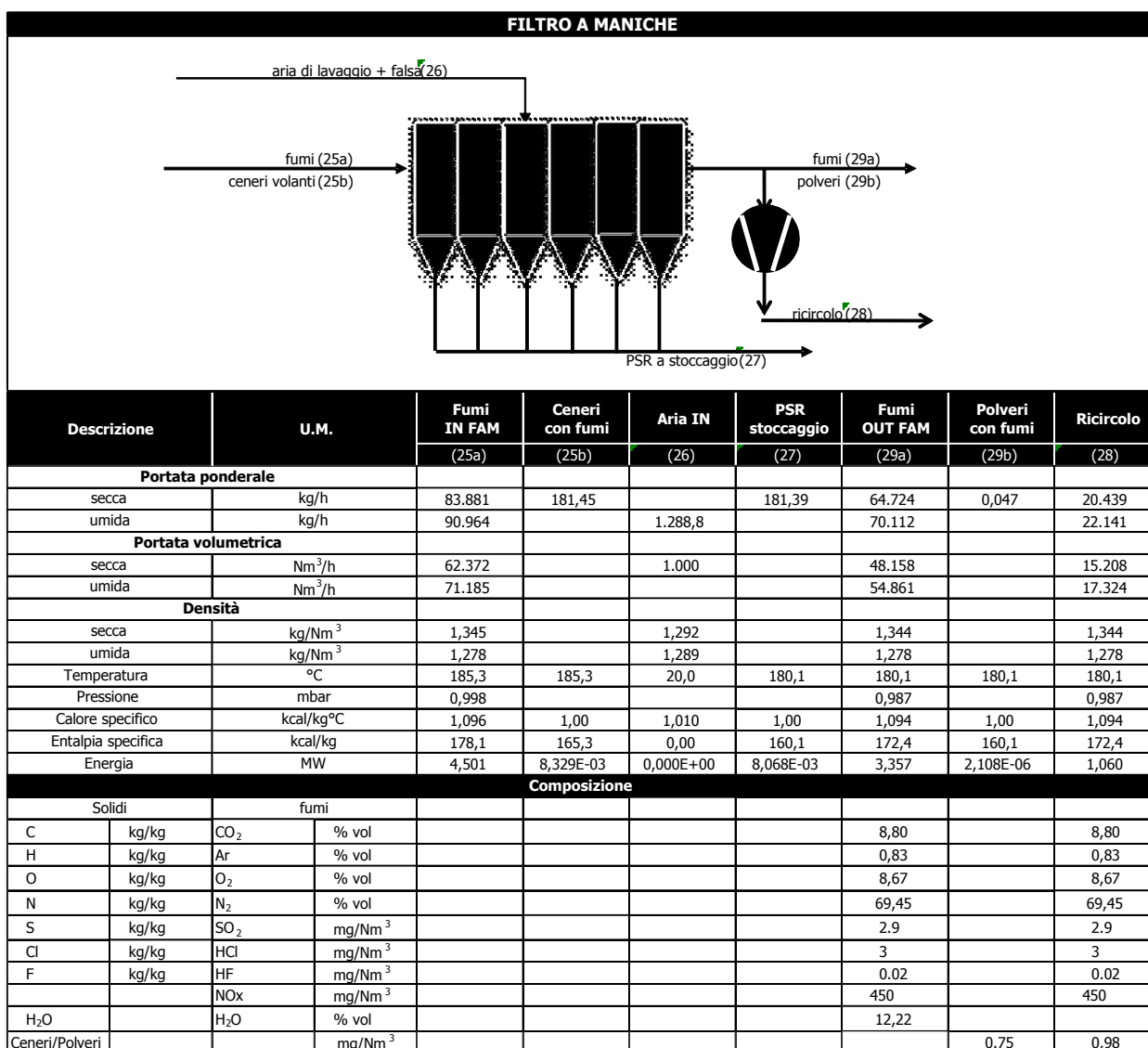




Tabella 11 Riepilogo dei principali dati di funzionamento del filtro a maniche al CTN

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

	GARA PER LA REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
Relazione generale		PAG. 128/299	

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 $<< 1 \text{ mg/Nm}^3$

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.

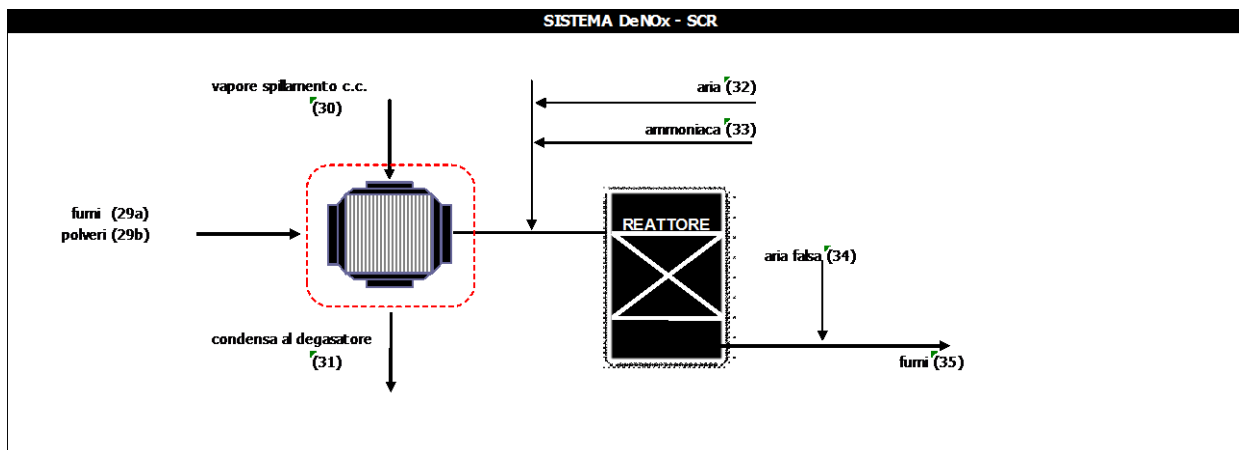
Il filtro a maniche è dotato inoltre di un condotto di *bypass* a tenuta e di un sistema di preriscaldamento per il corretto avviamento a freddo dell'impianto.


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.

	GARA PER LA REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
Relazione generale		PAG. 129/299	

10.1.5 Scambiatore fumi –vapore (SC)

Preliminarmente essi attraversano uno scambiatore alimentato da uno spillamento di vapore a 45 bar e a 257 °C la cui funzione è quella di elevare, se necessario, la temperatura dei fumi prima della loro immissione al sistema *SCR*.

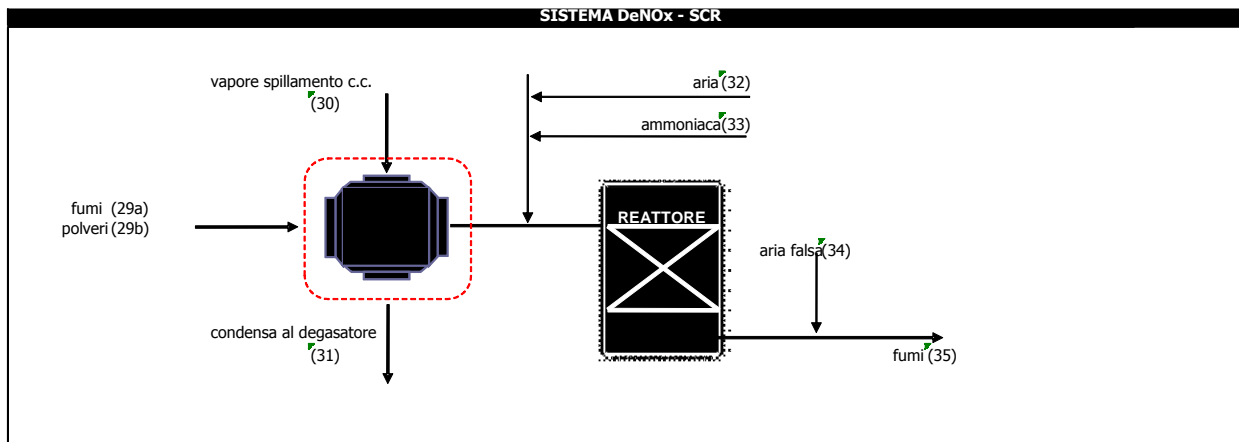


 Essendo il sistema *SCR* previsto in progetto in grado di funzionare con temperature fumi a 180 °C, tale sistema di riscaldamento fumi è stato previsto a titolo cautelativo e non sarà di norma in servizio.

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 attività manutentive in fase di esercizio 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)

10.1.6 *DeNOx DeDioxin catalitico (SCR)*



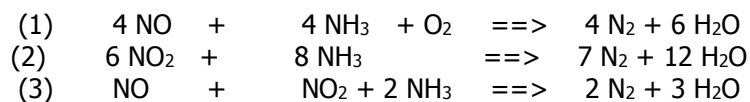
Descrizione	U.M.	Fumi OUT	Polveri con	Vapore	Condensa al	Aria iniezione	Ammoniaca	Aria falsa	Fumi OUT
		FAM	fumi	spillamento	degasatore	ammoniaca			DeNOx-SCR
		(29a)	(29b)	c.c.	(31)	(32)	(33)	(34)	(35)
Portata ponderale									
secca	kg/h	64.724	0,047						65.647
umida	kg/h	70.112		0,0	0,0	0,0	52,9	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

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 NOx, sul catalizzatore, producendo azoto (N₂) ed acqua (H₂O).

Le principali reazioni catalitiche sono le seguenti:



	GARA PER LA REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	Relazione generale	PAG. 131/299	

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.

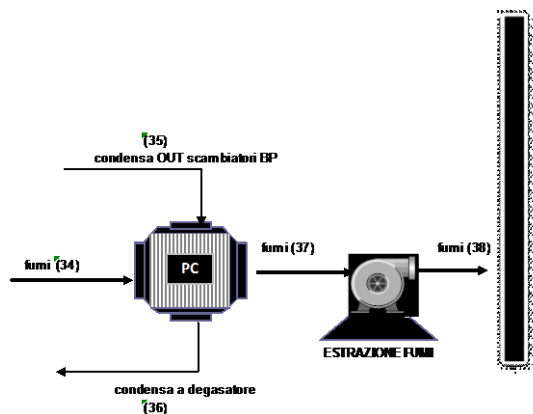
La manutenzione potrà essere eseguita in corsa sezionando una cella (OFF-LINE) così da poter ad esempio sostituire il catalizzatore.

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.

	GARA PER LA REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	Relazione generale	PAG. 132/299	

10.1.7 Scambiatore fumi – condensa (PC)

Lo scambiatore di coda fumi-condensa ha la funzione di recuperare il calore sensibile dei fumi fino ad una temperatura di $\sim 124^{\circ}\text{C}$ 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".

10.1.8 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.

10.1.9 Camino

Come evidenziato in altra parte del progetto la scelta della altezza del camino è stata effettuata sulla base di una attenta analisi comparativa tra diverse distinte altezze di emissione. La analisi modellistica, alla quale si rimanda per un approfondimento, ha evidenziato che per minimizzare gli impatti sul centro abitato di Macomer, in relazione alla specifica condizione orografica al contorno, ai flussi emessi e alle condizioni meteo climatiche, l'altezza ottimale del punto di emissione è 50 ml. Tale altezza è stata proposta in progetto.

I fumi vengono quindi scaricati in atmosfera per mezzo di un camino in acciaio a doppia canna. Il camino è stato progettato per ricevere il condotto di scarico fumi.

Dati tecnici camino		
Altezza del camino	50	m
Diametro canna interna	1,4	m
Temperatura dei fumi	120	°C
	393,15	°k
Portata fumi umidi (CTN) circa	55 682	Nm ³ /h
Velocità di efflusso	14,73	m/s

Il camino sarà provvisto di impianto di segnalazione ostacolo aereo alla sommità camino.



Il camino sarà composto da due canne concentriche distinte:

- La canna interna (ϕ 1400 mm) ha la funzione di involucro di contenimento dei gas. È realizzata in acciaio corten S355JOWP ed è isolata termicamente con lana di roccia (coibentazione con materassini di lana minerale spessore 100 mm trapuntati su rete metallica) e lamiera di rivestimento in alluminio spessore 0,8 mm, allo scopo di evitare gli effetti negativi di un abbassamento di temperatura, consistenti in una riduzione dell'effetto camino e in possibili fenomeni di condensazione. La realizzazione della canna sarà organizzata in tronchi sflangiati di spessore 5 mm.
- La canna esterna (ϕ 4000) ha invece funzione portante ed è dotata di una flangia di base per il fissaggio al basamento di fondazione. Si prevede l'impiego di acciaio S275JR e sarà realizzata in virole e settori con flangiature rivolte verso l'interno al fine di garantire un'estetica liscia dall'esterno.

Gli spessori saranno così distinti:

intervallo (mt)	Spessore (mm)
0-5	12
5-16	10
16-26	8
26-31	6
31-36	5
36-49	4

La canna interna sarà dotata di portina d'ispezione, imbocco fumi, scarico condense e bocchelli per prese analisi fumi.

	GARA PER LA REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	Relazione generale	PAG. 134/299	

La parte terminale del camino (da quota +49000 a quota +50000) avrà la canna interna in acciaio anticorrosivo tipo SAF 2205 di spessore 4 mm.

Sulla ciminiera saranno predisposte le prese per il prelievo dei gas per il sistema di monitoraggio in continuo delle emissioni e quelle per l'esecuzione dei campionamenti periodici per analisi di laboratorio. Le prese saranno disposte ad altezza tale da trovarsi a una distanza dalla curva d'ingresso, sufficiente ad assicurare che il flusso nella sezione trasversale sia distribuito uniformemente, in modo che i campionamenti eseguiti risultino corretti. I punti dove saranno inserite le prese saranno accessibili mediante passerelle raggiungibili a mezzo di scala.

Il camino sarà dotato di scala alla marinara per l'accesso alla sommità del camino stesso e sarà posizionata all'interno della canna esterna al fine di garantire una sicurezza maggiore agli operatori ed evitarne la vista all'esterno.

Posizionati lungo il piano di calpestio in sommità del camino, realizzato in lamiera striata in acciaio inox, verranno installate:

- un sistema di segnalazione ostacolo per la navigazione aerea, in aderenza alla normativa vigente, costituito da:
 - n° 1 serie luci ostacolo, costituito da un rango di quattro gruppi ottici rossi, disposti a 90 ° tra loro ed a 1,5 m inferiori alla sommità; ogni gruppo è dotato di due lampade, la prima accesa e la seconda ad inserimento automatico in caso di guasto della prima;
 - n° 1 quadro luci ostacolo, per l'alimentazione di gruppi ottici, pilotati da interruttore crepuscolare e da commutatore automatico di lampada con segnalazione della guasta, dotato di necessari contatori, interruttori e fusibili.
- Un complesso di protezione dalle scariche atmosferiche, con doppio sistema, secondo le norme vigenti, essenzialmente costituito da:
 - n° 1 parafulmine, con cuspidi a cinque punte in metallo nobile montata su asta e dotata di propria calata in corda di rame nuda di opportuna sezione debitamente tenuta in posizione da isolatori bullonati alla canna, ed interconnessa alla base con il sistema di messa a terra;
 - n° 1 calata ausiliaria ottenuta sfruttando la canna stessa con opportuni cavallotti in corda di rame nuda con copricorda bullonati alle flange di giunzione di vari elementi del camino; alla base è previsto il suo intercollegamento con la messa a terra generale.

Alla quota 19000 mm dove verranno installate le strumentazioni di analisi verrà posizionato un paranco elettrico con portata di 250 kg al fine di agevolare le operazioni di campionamento e manutenzione della strumentazione installata.

La ciminiera è dimensionata in modo che la velocità dei gas in uscita assicuri la loro dispersione ottimale.

I dati principali del camino sono:

- H = 50 m
- Canna interna $\varnothing_i = 1.4$ m
- Canna esterna $\varnothing_e = 4$ m

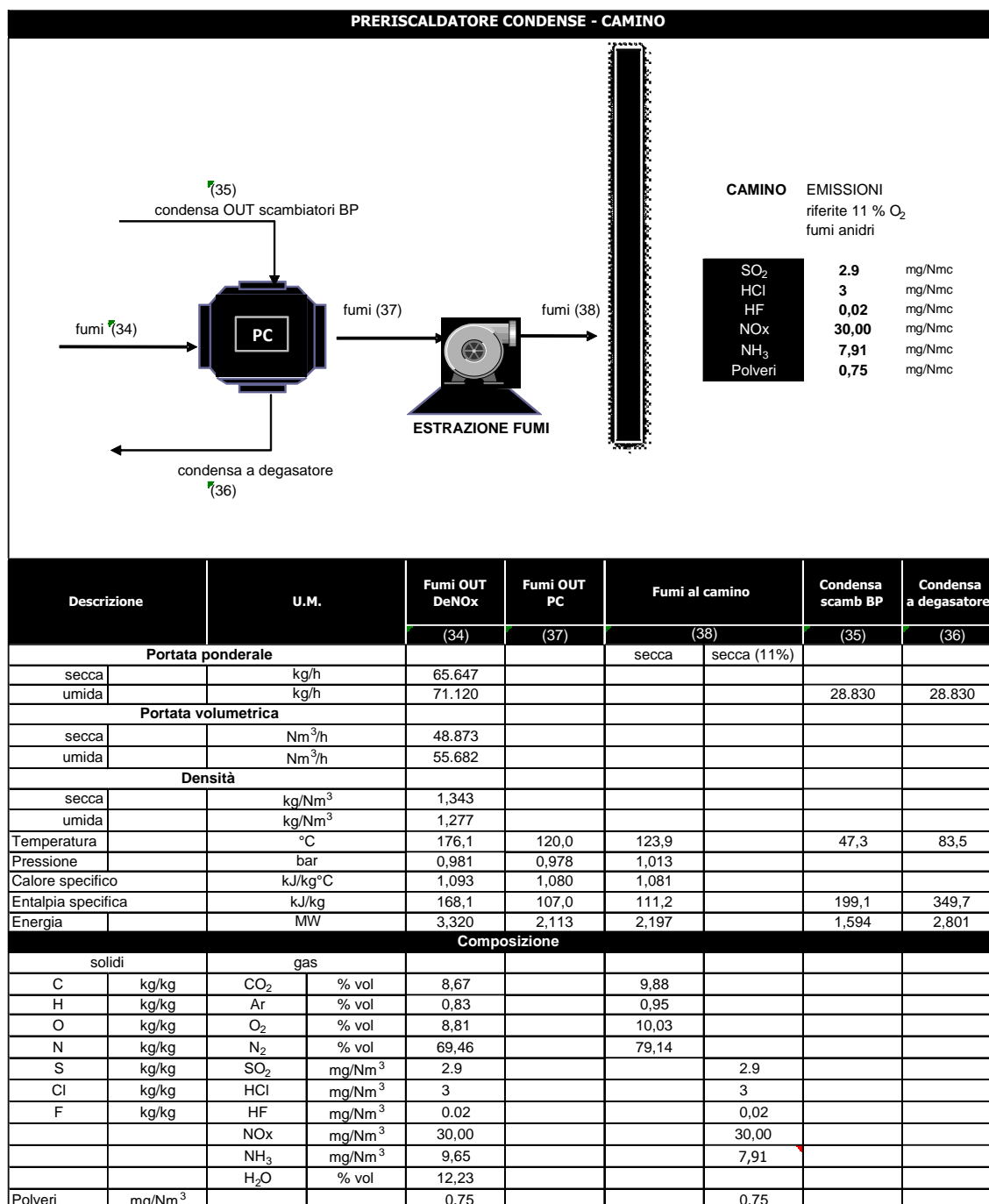




Tabella 13 Riepilogo dei principali dati di funzionamento del sistema scambiatore BP- ventilatore di coda-camino al CTN

	GARA PER LA REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
Relazione generale		PAG. 136/299	

10.2 STOCCAGGIO REAGENTI

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

10.2.1 Stoccaggio Bicarbonato di Sodio e Carboni Attivi

Il carbone attivo e il bicarbonato sono stoccati in appositi sili 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.

10.2.2 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 per 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

	GARA PER LA REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
Relazione generale		PAG. 137/299	

serbatoio ed il suo reintegro con acqua demineralizzata. L'acqua contenente ammoniaca viene inviata tramite una pompa centrifuga al serbatoio di stoccaggio NH_4OH al fine di non avere reflui inquinati in uscita al sistema.

Dal serbatoio di stoccaggio NH_4OH , 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 NO_x rilevata all'ingresso ed all'uscita.

Tutto il sistema di trattamento dell' NH_4OH 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 NH_4OH 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 NH_3 , 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.
- Sistema di abbattimento degli sfiati di NH_3 , 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.

10.3 STOCCAGGIO RESIDUI SOLIDI

Lo stoccaggio dei residui solidi è diviso in due sezioni:

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

10.3.1 *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 molto superiore ai canonici 8 giorni a CNC. Infatti dalla tabella seguente si evince con chiarezza il sovradimensionamento previsto per detta componente.

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)

10.3.2 *Stoccaggio prodotti solidi di reazione*

Lo stoccaggio dei solidi di reazione è costituito da un silo dimensionato per garantire una autonomia di marcia superiore ai canonici 8 giorni a CNC. Infatti dalla tabella seguente si evince con chiarezza il sovradimensionamento previsto per detta componente.

dimensionamento stoccaggi rifiuti e prodotti				
rifiuto/prodotti	γ	autonomia	produzione nelle 24h	Volume min.
	(t/m ³)	(gg)	(t/g)	(m ³)
PSR	0,6	8	5,18	69,01

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

11. VALORI LIMITE GARANTITI E ATTESI

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 Decreto legislativo 11 maggio 2005 n°133			
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 (Ti)			
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>al. 1 della Direttiva 2000/76/CE.</i>			
Diossine e furani (PCDD+PCDF)	0,1 ng/ 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. sul 95% delle misurazioni	Valori medi su 30 min. 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 .

		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) Il 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

	GARA PER LA REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	Relazione generale	PAG. 142/299	

12. SISTEMA DI INERTIZZAZIONE DELLE CENERI LEGGERE

In data 23/08 è stata presentata da Area Impianti una richiesta di chiarimenti alla S.A. in merito ad alcune discrepanze presenti tra i documenti di gara ovvero nel progetto preliminare.

Tra le altre domande, è stato espressamente richiesto, al punto 18, di confermare o meno la necessità di fornire un sistema di inertizzazione delle ceneri leggere provenienti da caldaia e precipitatore elettrostatico mediante utilizzo di cemento ed acqua.

Tale sistema di inertizzazione, infatti, viene indicato unicamente nel documento "Schema a Blocchi", e non è presente in nessun elaborato tecnico (Capitolato Speciale d'Appalto, Relazione Tecnica, Relazione Illustrativa, Analisi dei Prezzi, Computo Metrico).

Lo schema a blocchi succitato presenta inoltre una difformità se confrontato con lo schema di flusso costituente il processo, la relazione tecnica ed ogni altro elaborato, in quanto esso indica che il processo di inertizzazione debba coinvolgere sia le ceneri leggere di caldaia ed elettrofiltro, sia i prodotti di reazione, stoccati in un unico silo, in contraddizione con il necessario stoccaggio separato delle ceneri dai PSR definito in tutti gli elaborati tecnici su richiamati.

La risposta ai quesiti presentati, relativamente a quanto richiesto al punto 18 in merito al sistema di inertizzazione, lasciava libera interpretazione all'offerente, argomentando nel seguente modo :



"Trattasi di richiesta tecnica di dettaglio che entra nello specifico della progettazione definitiva oggetto di concorso ... a fronte di un progetto preliminare che identifica le scelte base (individuazione dell'area, tecnologia a griglia, ecc.), il progetto definitivo di gara non solo deve sviluppare tali indicazioni, ma, se il concorrente lo ritiene opportuno, può anche proporre soluzioni che ritenga migliorative". Nella stessa risposta inoltre veniva stabilita la seguente gerarchia dei documenti di gara :

- 1) Capitolato Speciale d'Appalto e Specifiche Tecniche , in cui non è presente né menzionato il sistema di inertizzazione
- 2) Relazione Tecnica , in cui non è presente né menzionato il sistema di inertizzazione
- 3) Relazione Illustrativa, in cui non è presente né menzionato il sistema di inertizzazione
- 4) Disegni ed altri documenti progettuali, in cui è presente una indicazione del sistema di inertizzazione solo nello schema a blocchi, in totale disaccordo con gli altri elaborati presenti. Peraltro, come detto, anche nel computo metrico estimativo non è menzionato alcun sistema di inertizzazione.

Sulla base di quanto esposto, l'ATI Offerente ritiene di non fornire (e quindi non quotare nell'offerta) il sistema di inertizzazione menzionato, ma di realizzare, in pieno accordo con quanto indicato negli elaborati tecnici, un sistema di evacuazione e trasporto delle ceneri leggere differenziato da quello dei prodotti di reazione.

Le ceneri leggere raccolte nelle tramogge del generatore di vapore e del precipitatore elettrostatico saranno pertanto estratte ed inviate ad un silo di stoccaggio dedicato attraverso un sistema di valvole estrattive, trasportatori a catena raschiante ed elevatore a tazze finale. Il silo sarà quindi attrezzato per lo scarico diretto ed automatico sui veicoli di allontanamento.

La scelta dell'ATI Offerente di non proporre tale sistema tuttavia, prima ancora che risultare dall'acritico rispetto della gerarchia dei documenti di gara, è di natura prettamente tecnico-gestionale ed ambientale.

	GARA PER LA REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	Relazione generale	PAG. 143/299	

Infatti il sistema di stabilizzazione in sito delle ceneri leggere di caldaia, che veniva proposto unitamente alla realizzazione di termovalorizzatori negli anni passati quale sistema atto a generare economie sullo smaltimento delle ceneri, è stato di fatto dismesso in tutti gli impianti in cui è stato realizzato. Tale dato è facilmente verificabile dalla Stazione Appaltante³.

Da un lato i restringimenti normativi introdotti dal DM 27/9/2010 non rendono quasi mai possibile lo smaltimento in discarica per rifiuti non pericolosi di un prodotto stabilizzato in loco mediante trattamento di miscelazione con cemento, acqua e silicato di sodio (i sistemi di inertizzazione presenti sulle piattaforme di ricezione rifiuti sono impianti più complessi, che presentano stadi di lisciviazione delle ceneri e carbonatazione del fango lisciviato), dall'altro l'esercizio di un tale impianto, per quanto accurato e realizzato da personale qualificato, darebbe comunque luogo ad emissioni diffuse, ovvero fumane derivanti dalla esotermia della reazione di idratazione delle ceneri e del cemento.

Tali fumane, per quanto convogliate, in impianto, in sistemi di captazione idonei atti a mantenere l'intero sito in depressione, non potrebbero tuttavia essere più controllate all'atto del trasporto del materiale stabilizzato in discarica mediante cassoni scarrabili.

Le difficoltà operative, e i maggiori costi sostenuti dai gestori degli impianti, unitamente al mancato raggiungimento dei limiti di ammissibilità in discarica per rifiuti non pericolosi delle ceneri stabilizzate, la maggior pulizia delle aree di pertinenza e il mancato rischio di emissioni diffuse, fanno preferire al gestore lo stoccaggio delle ceneri in silo e la gestione del caricamento delle stesse in autocisterna mediante calzone telescopico a chiusura ermetica tenuto in depressione mediante sistema di aspirazione dotato di filtro dedicato.

Il sistema adottato è a favore di sicurezza operativa, in quanto evita lo stazionamento di operatori in zone di impianto dove possano manifestarsi emissioni diffuse, perdite di polvere o sversamenti accidentali di materiale.



L'Offerente, a conoscenza delle tecnologie per la realizzazione di impianti di lisciviazione e trattamento delle polveri atti all'ottenimento di un prodotto realmente inertizzato e smaltibile come non pericoloso ai sensi del *DM 27/9/2010*, ha previsto, nell'elaborazione del *lay out* del sistema di stoccaggio e trasferimento delle polveri, la possibilità di un futuro eventuale inserimento di tale impianto.

³ Riferimenti: Linea 1 S.Vittore nel Lazio; Linee 1 e 2 Colferro; linee 1 e 2 Gioia Tauro; linea Terni E.na Terni, eccetera

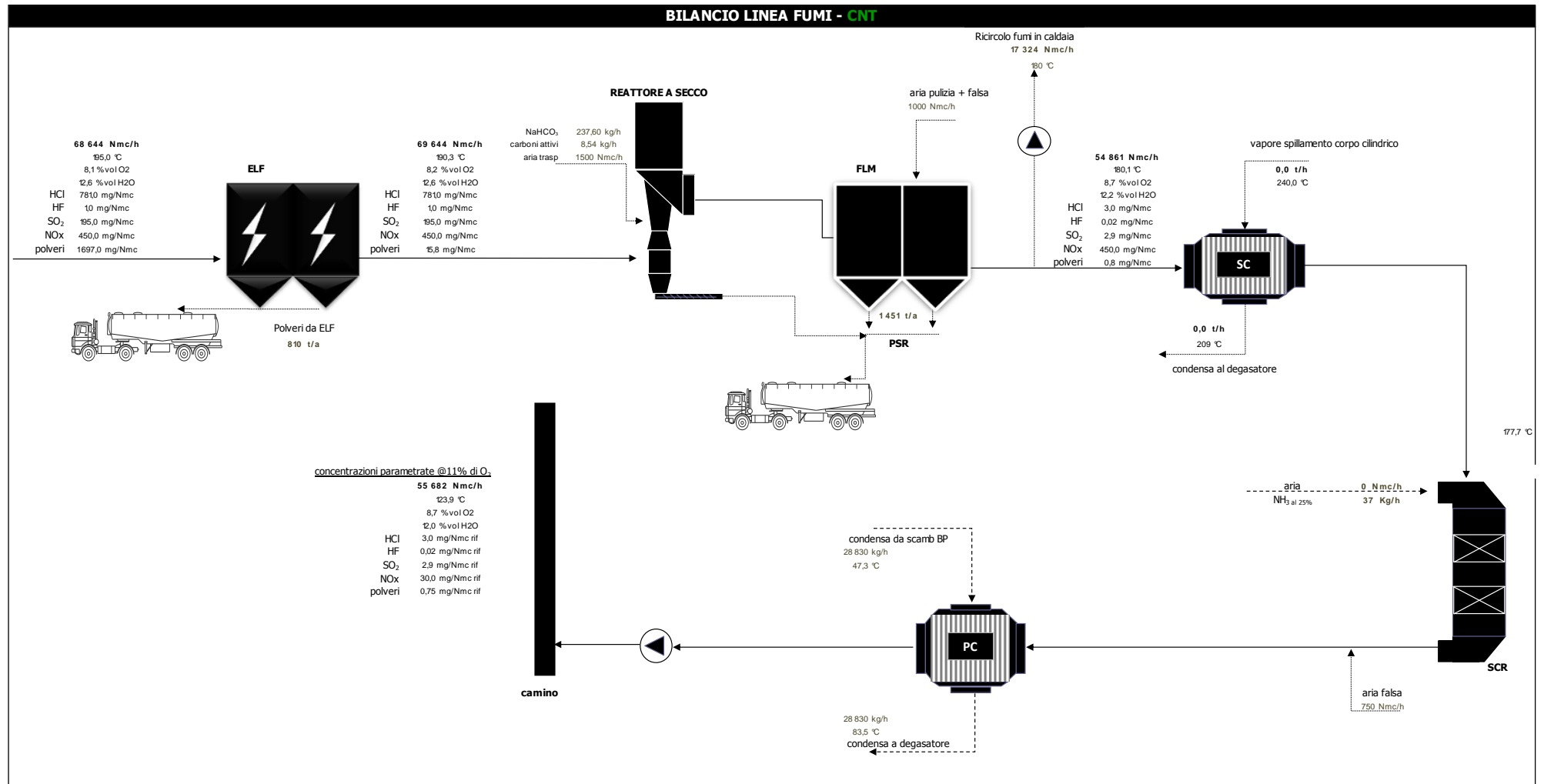


Figura 37 Schema funzionale della linea fumi al CTN

13. CARATTERISTICHE TECNICHE DEI PRINCIPALI COMPONENTI DELLA LINEA FUMI

Nel presente paragrafo sono riportate le principali caratteristiche tecniche dei componenti principali della linea fumi.

13.1.1 Elettrofiltro

L'elettrofiltro è dotato di due campi elettrici ed è costituito da:

- N° 1 Cassone costituente il corpo esterno del filtro, costruito in lamiera d'acciaio opportunamente rinforzata, composta da:
 - Pareti laterali complete di portelli di ispezione;
 - Controventature interne;
 - Travi a cassone disposte sul tetto dell'elettrofiltro sulle quali grava il peso del sistema interno di captazione ed emissione;
 - Tetto freddo pedonabile e tetto caldo coibentato con l'introduzione di apposito materiale nell'intercapedine tra i due tetti;
 - N° 2 tramogge trapezoidali con all'interno appositi deflettori per evitare che i gas bypassino i campi elettrici, dotate di portelli d'ispezione realizzati in modo tale da offrire alle polveri una superficie liscia per un perfetto scarico delle stesse e completa di tracciatura elettrica;
 - Cappe di raccordo, ingresso/uscita, realizzate in modo da offrire al gas una superficie liscia e priva di ostacoli; la cappa di ingresso è completa di 2 schermi gas con battitori automatici per una corretta distribuzione dell'aeriforme su tutta l'area netta disponibile per la filtrazione; la cappa di uscita è dotata di schermo gas per una corretta distribuzione dell'aeriforme.
 - Strutture porta alimentatori costruite in profilati e complete degli ancoraggi per il fissaggio sul tetto.
- *Sistema di emissione costituito da:*
 - Elettrodi di emissione
 - Telai portaelettrodi
 - Isolatori portanti
 - Condotti di protezione linea A.T.
- *Sistema di captazione costituito da:*
 - Piastre di captazione in lamiera liscia opportunamente sagomata
 - Sostegni piastre di captazione
- *Sistemi di percussione a martelli per la pulizia* degli elettrodi di emissione, delle piastre di captazione e degli schermi della cappa di entrata, completi ognuno di:
 - Motoriduttori di comando
 - Isolatori per collegamento ai relativi motoriduttori (solo nel caso degli elettrodi emissivi)
 - Martelli
- *Sistema di riscaldamento cassoni* di contenimento degli isolatori portanti, costituito da ventilatore, resistenze elettriche, circuito aeraulico di distribuzione.
- N° 2 alimentatori A.T. da 100 kV e 700 Ma.
- N° 2 Sezionatori alta tensione.
- N° 2 Quadri di comando e controllo per gli alimentatori suddetti contenenti ognuno tutte le apparecchiature di comando, di misura, d'indicazione, di regolazione e di controllo a microprocessore necessarie all'esercizio degli alimentatori e di regolazione automatica della tensione.
- Sistema di interblocchi di sicurezza a chiave per portine di ispezione e sezionatori.
- Struttura di sostegno costruita in profilati di acciaio, completa di piastre di base di tirafondi e controventi, zincata a caldo.

- Supporti di scorrimento del filtro sulla struttura di sostegno per consentire le dilatazioni termiche.
- Scala a gradini e passerelle (su un lato del cassone per l'accesso a tutte le apparecchiature), ai portelli laterali d'ispezione e al tetto del filtro costruiti in profilati di acciaio e completa di grigliati zincati.
- Strumentazione, cassette di contenimento strumenti e telai porta strumenti.
- Coibentazioni delle superfici esterne a contatto con i fumi caldi.

Dati operativi

Parametro	u.m.	CTN
• Portata fumi umida	Nm ³ /h	68 644
• Temperatura fumi eser/max	°C	195
• Pressione di esercizio in ingresso min	Pa	-1.100
• Concentraz. polveri ingresso	mg/Nm ³ (1)	~1.700
• Concentraz. polveri in uscita	mg/Nm ³ (1)	~43

(1) Rif. all'11% di O₂ gas secchi

Dati costruttivi (rif. a CTN)

- Pressione di progetto Pa ± 4000
- Campi elettrici in serie n° 2
- Lunghezza campo elettrico m 3,78
- Velocità dei gas m/s 0,74
- Tempo di trattamento s 10,2
- Numero di canali n° 11
- Spaziatura tra le piastre mm 400
- Area di captazione sviluppata m² 2332
- Altezza cassone m 12
- Larghezza cassone m 5
- Lunghezza cassone incluse cappe m 18
- Materiali:
 - Cassone (lamiera) S355JOWP (Corten A)
 - Tramogge (lamiera) S355JOWP
 - cappe in/out (lamiera) S355JOWP
 - struttura di sostegno S275JR
 - elettrodi emissivi St37
 - piastre di captazione DC01 o equivalente

13.1.2 Reattore di assorbimento a secco

Il reattore, del tipo "a secco" è costituito dalle seguenti sezioni:

- Sezione Venturi completa di gola di accelerazione, di iniettori per l'introduzione del reagente e del carbone attivo.
- Camera discendente e per il rallentamento della velocità del gas e dei prodotti polverulenti.
- Zona di inversione del flusso nella parte bassa dotata di dispositivo di pulizia a catene raschianti
- Camera ascendente di collegamento con il filtro a maniche

Le caratteristiche costruttive saranno le seguenti:

13.1.2.1 Corpo

E' costituito da un *casing* (parte dell'All in One) in lamiera di acciaio al carbonio, completo di raccordi flangiati di ingresso uscita fumi e bocchello flangiato per l'ingresso della miscela di bicarbonato e carbone attivo.

Le superfici interne del Venturi sono lisce per evitare depositi di materiale mentre su quelle esterne oltre agli eventuali rinforzi, sono previsti idonei supporti per la coibentazione ed opportuni sistemi di ancoraggio alla struttura di sostegno.

- Materiale *casing* lamiera S355JOWP
- Materiale *casing* nervature S275JR

13.1.2.2 Ugello di iniezione

Il Venturi sarà completo di ugello di iniezione realizzato in materiale antiusura e anticorrosione.

13.1.2.3 Isolamento

Il reattore sarà coibentato con lana minerale e finitura esterna in lamierino di alluminio. E' prevista la coibentazione di tutte le superfici esterne a contatto con i fumi caldi.

Parametro	u.m.	CTN
• Portata fumi umida	Nm ³ /h	69.644
• Temperatura fumi	°C	190
• Reagente alimentato		NaHCO ₃
• Portata reagente	Kg/h	~221
• Adsorbente alimentato		Carboni attivi
• Portata adsorbente	Kg/h	~10,45
• Portata aria di trasporto	Nm ³ /h	1500

13.1.2.4 Dati costruttivi

Reattore

- | | | |
|---------------------------|----------------|--------|
| ▪ pressione di progetto | Pa | ± 8000 |
| ▪ temperatura di progetto | °C | 250 |
| ▪ Larghezza | mm | 4900 |
| ▪ Lunghezza | mm | 2440 |
| ▪ Altezza tot | mm | 10000 |
| ▪ Volume utile | m ³ | 105 |

13.1.3 Sistema di stoccaggio bicarbonato

Il sistema è rappresentato da 1 silo costituito da un involucro cilindrico realizzato in lamiera e supportato da una struttura metallica comune agli altri stoccaggi.

Il silo è equipaggiato con i seguenti accessori:

- N° 1 filtro di sfiato a cartucce con sistema di pulizia pneumatica, estrazione delle maniche dall'alto, completo di flangia di attacco al silo;
- tetto in lamiera striata con parapetto di sicurezza;
- N° 1 valvola di sicurezza a molla, per eccessiva sovrappressione e depressione;
- attacchi per ingresso bicarbonato e connessione *piping* di sfiato;
- N° 1 passo d'uomo;
- accesso alla sommità comune agli altri sili ;
- N° 1 trasmettitore continuo di livello;
- N° 1 sistema di estrazione a fondo vibrante;
- N° 1 serranda di intercettazione manuale;
- raccordi deviatore-sistema macinazione e deviatore-scarico di riserva;
- N° 1 coclea bidirezionale a palette per alimentazione dei due molini;
- N° 2 indicatori di minimo ed alto livello del tipo a palette;
- telaio di supporto con piattaforma di servizio (comune ai vari sili) con bardatura laterale in modo da ottenere un ambiente segregato nel quale vengono posti i due molini;

Dati Tecnici

Silo

-	volume geometrico	mc	75
-	materiale silo	acciaio	S235JR
-	diametro esterno	mm	2.800
-	altezza parte cilindrica	mm	11.660
-	altezza totale	mm	13.680

Filtro di sfiato

-	numero cartucce filtranti	n	14
-	superficie filtrante	m ²	22
-	pulizia delle maniche	pulse jet	
-	pressione aria di lavaggio	bar	6
-	portata aria di lavaggio	Nm ³ /h	20 (solo durante il carico)
-	materiale filtrante	Poliestere TNT	
-	materiale carpenteria	acciaio inox	

Dati Tecnici della Coclea Comune

Coclea di estrazione



-	lunghezza	m	5
-	diametro	mm	300
-	cassa con sezione ad U	acciaio al carbonio	
-	elica a spira contrapposta	acciaio al carbonio	
-	motoriduttore potenza	kW	3

13.1.4 Sistema di dosaggio e trasporto bicarbonato

Il sistema di preparazione e dosaggio del bicarbonato di sodio in polvere è costituito da due unità di macinazione e dosaggio (una di riserva):

Ogni unità di macinazione e dosaggio è così costituita:

- n. 1 tramoggia polmone realizzata in acciaio al carbonio provvista di n. 1 bocca di carico, n. 1 bocca di scarico e due misuratori di livello massimo e minimo .
- n. 1 dosatore a coclea aventi ciascuno le seguenti caratteristiche:
 - Potenza elettrica installata: KW 0,55
 - Tramoggia di alimentazione con sensori di livello min/max
 - Controllo portata di alimentazione a mezzo inverter installato all'interno del quadro elettrico
 - N. 1 agitatore rompiponte per tramoggia
 - Potenza elettrica KW 0,55
 - N. 1 rotocella
 - Potenza elettrica KW 0,18
- N. 1 mulino selettore, avente le seguenti caratteristiche:
 - Camera di macinazione con selettore di finezza regolabile incorporato.
 - Controllo della velocità di rotazione del selettore a mezzo inverter, installato all'interno del quadro elettrico.
 - Silenziatori sulle bocche di aspirazione dell'aria
 - Diametro camera: 420 mm
 - Larghezza camera: 340 mm
 - Diametro rotore: 400 mm
 - N. rotorì: 1
 - N. martelli: 12
 - Velocità periferica martelli: 93 m/s
 - Trasmissione: cinghie e pulegge
 - Potenza installata: 18,5 kW
 - N. selettori: 1
 - Diametro selettore: 200 mm
 - Profondità selettore: 140 mm
 - Dimensione camera di selezione: 410 mm
 - Velocità di rotazione del selettore: 500..2.500 rpm
 - Trasmissione: cinghie e pulegge
 - Potenza installata: 5,5 kW
- N. 1 ventilatori d'aspirazione, avente le seguenti caratteristiche:
 - Portata 1.500 m³/h
 - Prevalenza 8.000 Pa
 - Potenza installata 11 kW
 - Contro telaio per il fissaggio al basamento
 - Carter di protezione delle trasmissioni
 - Slitte tendicinghie
 - Trasmissione completa di pulegge
 - Rotore e statore in acciaio al carbonio
- N. 1 cabine di protezione e insonorizzazione. Il mulino ed il relativo ventilatore saranno posizionati all'interno di una cabina di protezione ed insonorizzazione, costruito con pannelli fonoassorbenti installati su un'intelaiatura in acciaio al carbonio verniciato. La

	GARA PER LA REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	Relazione generale	PAG. 150/299	

cabina sarà completa di una ventola per l'estrazione dell'aria calda e di una porta per le operazioni di controllo e manutenzione.

- N. 1 quadri elettrici di comando e controllo locali per la gestione del sistema di dosaggio del reagente. Ciascun quadro è riposto in un robusto armadio con apertura frontale e protetto dalla polvere e dagli schizzi. Il quadro include due inverter, uno per la regolazione della coclea di dosaggio, l'altro per il selettore del mulino. Il quadro è predisposto per ricevere il segnale, che proviene dall'analizzatore di fumi, e modifica in automatico, la portata di bicarbonato in funzione di questo segnale. Sul quadro è installato uno schermo da 10" per la visualizzazione dei valori dell'installazione: allarmi, avviamenti, amperaggi, consumi energetici e di bicarbonato ecc. Il quadro è costruito secondo le norme CEI IEC.
- Il molino è inoltre dotato dei seguenti controlli:
 - Portata d'aria di trasporto
 - Pressione in camera di macinazione
 - Pressione sulla linea di trasporto
 - Vibrazioni molino
 - Vibrazioni ventilatore
 - Temperatura camera di macinazione
- Tubazioni di trasporto in acciaio al carbonio da 6" complete di curve, connessioni e raccorderia necessaria

Dati operativi

- | | |
|-------------------------------------|--------------------------------|
| ▪ Materiale da dosare | Bicarbonato NaHCO ₃ |
| ▪ Granulometria in alimentazione | micron 0-500 |
| ▪ Umidità massima | 2% |
| ▪ Portata eser/max | kg/h 275 / 450 |
| ▪ Granulometria prodotto in uscita: | |
| - 90% < 30 micron | |
| - 50% < 15 micron | |

13.1.5 Sistema di stoccaggio carbone attivo

Il sistema è rappresentato da un silo costituito da un involucro cilindrico realizzato in lamiera e supportato da una struttura metallica.

Il silo è equipaggiato con i seguenti accessori:

- N° 1 filtro di sfiato a cartucce con sistema di pulizia pneumatica, estrazione maniche dall'alto, completo di flangia di attacco al silo;
- tetto in lamiera bugnata con parapetto di sicurezza;
- N° 1 valvola di sicurezza a molla, per eccessiva sovrappressione/depressione;
- attacchi per ingresso carboni attivi;
- N° 1 passo d'uomo;
- N° 1 scala alla marinara di accesso al tetto;
- N° 1 cono di scarico con dispositivo rompiponte;
- N° 1 trasmettitore continuo di livello
- N° 1 trasmettitore di temperatura
- N° 2 coclee di estrazione (una di riserva);
- indicatori di minimo e alto livello del tipo a palette;
- telaio di supporto con piattaforma di servizio (comune ai vari sili);

Dati tecnici

Silo

- volume utile	m ³	38
- materiale silo	acciaio al carbonio	
- diametro esterno	mm	2.400
- altezza parte cilindrica	mm	8.000
- altezza totale	mm	10.100

Coclea di estrazione

- lunghezza	m	2
- diametro	mm	250
- cassa con sezione ad U	acciaio al carbonio	
- elica	acciaio al carbonio	
- motoriduttore potenza	kW	0,75

Filtro di sfiato

- numero di cartucce filtranti	n°	14
- superficie filtrante	mg	22
- pulizia delle maniche	Pulse jet	
- pressione aria di lavaggio	bar	6
- pressione aria di lavaggio	Nm ³ /h	20 (solo durante il carico)
- materiale filtrante	poliestere antistatico	
- materiale carpenteria	acciaio inox	



13.1.6 Sistema di dosaggio e trasporto carbone attivo

Il sistema di dosaggio e trasporto del carbone attivo è costituito da:

- N. 1 serbatoio polmone da 75 litri e completo di
 - sistema di pesatura
 - asporompiponte con motore da 0,55 KW
- N. 1 dosatore a coclea avente le seguenti caratteristiche (uno di riserva):
 - Potenza elettrica installata: KW 0,37
 - Controllo portata di alimentazione a mezzo inverter installato all'interno del quadro elettrico
- N. 2 quadri elettrici di comando e controllo locali per la gestione del sistema di dosaggio del reagente. Ciascun quadro è riposto in un robusto armadio con apertura frontale e protetto dalla polvere e dagli schizzi. Il quadro include un inverter per la regolazione della coclea di dosaggio. Il quadro è predisposto per ricevere il segnale, che proviene dal sistema centrale per la regolazione della portata di carbone attivo. Sul quadro è installato uno schermo da 10" per la visualizzazione dei valori dell'installazione: allarmi, avviamenti, amperaggi, consumi energetici e di bicarbonato ecc. Il quadro è costruito secondo le norme CEI IEC.
- Tubazioni di trasporto comune con il trasporto pneumatico del BICAR.

Dati operativi

Materiale da dosare	Carbone attivo	
Portata eser/max	Kg/h	10,4/21

	GARA PER LA REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	Relazione generale	PAG. 152/299	

13.1.7 Filtro a maniche

Il filtro è del tipo Pulse-Jet con sistema di pulizia "on line" tipo HP/LV (alta pressione/basso volume).

Il filtro sarà formato da una sezione divisa in sei compartimenti (celle) indipendenti ed intercettabili per mezzo di serrande servo comandate sul lato ingresso ed uscita fumi e manuali sullo scarico della tramogge.

La sezione è comprensiva di quanto segue:

- N° 1 involucro, in esecuzione modulare a 6 celle, completo di: piastre portamaniche provviste di una serie di fori calibrati per il fissaggio delle maniche filtranti e di viti saldate alle stesse per il bloccaggio dei cestelli di supporto delle maniche, costruito in lamiera di acciaio al carbonio sp. 5 mm.;
- N° 108 rampe di distribuzione aria compressa di lavaggio aventi n° 12 diffusori montati su ognuna, in corrispondenza del centro delle maniche;
- N° 1296 maniche filtranti in feltro di PTFE con membrana in PTFE e cuciture sigillate, marca GORE-TEX, peso 830 g/m³, adatta per questo impiego la quale consente di lavorare con una temperatura continua di 260 °C con punte di 274 °C. Le maniche sono sospese e sono ancorate alla piastra porta maniche con un dispositivo "snap-ring" che, incorporato all'estremità superiore, garantisce la tenuta tra le due parti. L'estrazione delle maniche potrà essere effettuata dalla parte alta del filtro, mediante sfilaggio di ciascuna manica, senza necessità di attrezzature particolari.
- N° 1296 cestelli di supporto delle maniche in acciaio al carbonio con speciale verniciatura in cataforesi idonea al tipo di utilizzo, suddivisi in due parti per facilitarne l'estraibilità ed il trasporto. I cestelli, con i loro collarini troncoconici, vengono bloccati sulla piastra portamaniche per mezzo delle apposite piastrine di fissaggio in dotazione.
- Portelloni a tenuta per l'ispezione e la sostituzione delle maniche filtranti, costruiti in lamiera di acciaio al carbonio sp. 3 mm e coibentati internamente.
- Pareti longitudinali, in lamiera di acciaio al carbonio, per la suddivisione interna dell'involucro in sei compartimenti indipendenti.
- Collettori di distribuzione dell'aria compressa alle valvole pneumatiche.
- N° 108 valvole pneumatiche, ad apertura rapida, per l'alimentazione dell'aria compressa di lavaggio delle maniche, ciascuna completa di elettropilota.
- Corrimano perimetrale di protezione, completo di puntapiede posto sul piano superiore del plenum.
- Struttura di sostegno, scale di accesso e passerelle di servizio.
- N° 6 tramogge di raccolta polveri a forma piramidale complete di portelle di ispezione e serrande a ghigliottina per il sezionamento. Spessore lamiera 5mm.
- N° 1 quadretto elettronico di comando per il ciclo di pulizia delle maniche filtranti completo di dispositivi per la regolazione del tempo di attesa e sparo. Il quadro sarà montato a bordo filtro, per il collegamento diretto delle elettrovalvole del ciclo di pulizia.
- N° 24 termoresistenze a piastre per mantenere il filtro in temperatura, da applicare sul cassone e sulle tramogge complete di termostati (8 x 4 kW)
- N° 1 Plenum di ingresso/uscita fumi, comune alle sei celle, completo di N° 6 + 6 serrande con cilindro pneumatico.
- Un set di strumenti in campo e come da P&I allegato al progetto
- Coibentazione di tutte le superfici esterne a contatto con i fumi caldi
- Tettoia superiore chiusa perimetralmente ma dotata di idonee aperture di ventilazione realizzata in lamiera grecata uniforme con la lamiera di coibentazione del casing
- Bardatura perimetrale dalla parte inferiore al casing (zona tramogge) realizzata in lamiera grecata uniforme con la lamiera di coibentazione.

Dati operativi

Parametro	u.m.	CTN
• Portata gas in ingresso	Nm ³ /h	71.185
• Temperatura gas in ingresso eser/max	°C	185/210
• Perdita di carico esercizio	Pa	1500
• Velocità di filtrazione	m/min	0,70
• Velocità di filtrazione, con una cella esclusa	m/min	0,836
• Consumo aria compressa	Nm ³ /h	< 10

Dati costruttivi

▪ pressione di progetto	Pa	± 8000
▪ temperatura di progetto	°C	250
▪ N° sezioni	n°	1
▪ N° compartimenti	n°	6
▪ Superficie filtrante:		
- per compartimento	mq	500,9
- totale	mq	3005,5
▪ numero maniche		
- per compartimento	n	216
- totale	n	1296
▪ materiale maniche	feltro di PTFE con membrana in PTFE e sigillatura di tutte le cuciture	
▪ grammatura	g/m ²	830
▪ diametro maniche	mm	126
▪ lunghezza maniche	mm	5.830

13.1.8 Sistema di preriscaldamento dei filtri a maniche



Il sistema di preriscaldamento dei filtri a maniche è costituito dai seguenti componenti:

- N° 1 Ventilatore centrifugo per il circuito di preriscaldamento completo di:
 - chiocciola, girante, motore ed accessori (8900 Nm³/h - 11 kW), nonché circuito di preriscaldamento.
- N° 1 Batteria di preriscaldamento aria pulita da 150+150 kW - ΔT90°C - portata aria 8900 Nm³/h.

13.1.9 Sistema di trasporto delle ceneri leggere (da caldaia ed elettrofiltro)

Il sistema di trasporto delle ceneri dall'elettrofiltro è costituito dai seguenti componenti:

- n° 1 trasportatore a catena raschiante orizzontale posto sotto le tramogge dell'elettrofiltro completo di:
 - testate di comando e di rinvio costruite in S235JR con alberi in C40
 - struttura intermedia e cassone in acciaio S275JR
 - catena di traino a maglie d'acciaio
 - gruppo di comando con motoriduttore assiale, accoppiamento indiretto con trasmissione a catena con carter di protezione.
 - bocchetta per il ricevimento delle ceneri provenienti dal sistema di trasporto ceneri della caldaia.

	GARA PER LA REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	Relazione generale	PAG. 154/299	

- n° 1 trasportatore a catena raschiante orizzontale comune a caldaia ed elettrofiltro completo di:
 - testate di comando e di rinvio costruite in S235JR con alberi in C40
 - struttura intermedia e cassone in acciaio S275JR
 - catena di traino a maglie d'acciaio
 - gruppo di comando con motoriduttore assiale, accoppiamento indiretto con trasmissione a catena con carter di protezione.
 - bocchetta per il ricevimento delle ceneri provenienti dal sistema di trasporto ceneri della caldaia.

- n° 1 coclea di trasporto delle ceneri da caldaia e elettrofiltro a elevatore a tazze completa di:
 - testate di comando e di rinvio costruite in S235JR con alberi in C40
 - spira con riporto esterno in materiale antiabrasione
 - corpo in acciaio al carbonio di spessore adeguato al tipo di servizio
 - gruppo di comando con motoriduttore
 - bocche di carico e scarico

- n° 1 elevatore a tazze per il trasporto delle ceneri al silo di stoccaggio completo di:
 - testate di comando e di rinvio costruite in S235JR con alberi in C40 bonificato
 - cammino in S235JR con canna speciale munita di portelloni per l'ispezione
 - tazze in lamiera stampata
 - tamburo di comando e di rinvio in S275JR
 - gruppo di comando con motoriduttore
 - bocche di carico e scarico



13.1.10 Sistema di trasporto dei prodotti solidi residui

Il sistema di trasporto dei prodotti calcici residui è costituito dai seguenti componenti:

- n° 1 trasportatore a catena raschiante orizzontale installato sotto il filtro a maniche completo di:
 - testate di comando e di rinvio costruite in S235JR con alberi in C40
 - struttura intermedia e cassone in acciaio S275JR
 - catena di traino a maglie d'acciaio
 - gruppo di comando con motoriduttore assiale, accoppiamento indiretto con trasmissione a catena con carter di protezione.
 - bocchette per il ricevimento delle ceneri provenienti da ciascuna cella del filtro a maniche.
 -

- n° 1 valvola rotativa installata sotto il trasportatore a catena completa di:
 - robusto corpo in fusione in ghisa + coperchi
 - azionamento a catena con motoriduttore coassiale
 - bocca di carico e scarico
 - rotore aperto con pale saldate, lavorate e smussate
 - sistema di flussaggio tenute

- n° 1 coclea di trasporto dei prodotti solidi residui reversibile da trasportatore a catena completa di:
 - testate di comando e di rinvio costruite in S235JR con alberi in C40
 - spira con riporto esterno in materiale antiabrasione
 - corpo in acciaio al carbonio di spessore adeguato al tipo di servizio

	GARA PER LA REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSIOLO	REV. 0	
	Relazione generale	PAG. 155/299	

- gruppo di comando con motoriduttore
- bocche di carico e scarico
- n° 2 (di cui uno di riserva) sistemi pneumatici di trasporto costituiti ciascuno da:
 - n° 2 tramogge polmone di raccolta polveri (prodotti calcici residui)
 - n° 2 serbatoi di lancio per il trasporto pneumatico dei residui denominato propulsore e composto da:
 - serbatoio in carpenteria metallica
 - valvola pneumatica di intercettazione polveri ad ingresso serbatoio
 - valvola di scarico materiale in linea a comando pneumatico
 - valvola a comando pneumatico per la pressurizzazione del serbatoio
 - raccordo a T per il collegamento tra serbatoio e linea di trasporto
 - lancia di fluidificazione
 - piping per aria di pressurizzazione completo di valvole e fittings
 - accessori a completamento
 - linee di trasporto residui, che collegano i propulsori al silo; costituite da tubazioni in gomma antiabrasiva del tipo Sigma, con connessioni flangiate e curve ad ampio raggio per limitare il fenomeno di abrasione. Tali linee sono complete di tronchetti di sfiato, staffaggi e sostegni applicati alle strutture lungo il percorso.

Dati operativi

▪ Portata prodotti solidi residui	Kg/h	~220
▪ Temperatura polveri (serbatoio polmone)	°C	~150
▪ Consumo aria compressa	Nm ³ /h	37

13.1.11 Sistema stoccaggio ceneri leggere (da caldaia ed elettrofiltro)

Lo stoccaggio delle ceneri leggere è costituito da 1 silo costituito da un involucro cilindrico realizzato in lamiera e supportato da una struttura metallica comune agli altri stoccaggi.

Esso è equipaggiato con i seguenti accessori:

- N° 1 filtro di sfiato a cartucce con sistema di pulizia pneumatica, estrazione delle maniche dall'alto, completo di flangia di attacco al silo;
- N° 1 valvola di sicurezza a molla, per eccessiva sovrappressione/depressione;
- attacchi per ingresso polveri;
- N° 1 passo d'uomo;
- N° 1 scala alla marinara di accesso al tetto;
- N° 1 trasmettitore continuo di livello
- N° 1 serranda di intercettazione manuale;
- N° 1 coclea di estrazione;
- N° 1 scaricatore telescopico;
- indicatori di minimo, alto e altissimo livello del tipo a palette;
- telaio di supporto con piattaforma di servizio;

Dati tecnici

Silo

- volume utile	mc	75
- materiale silo	acciaio al carbonio	
- diametro esterno	mm	3.400
- altezza parte cilindrica	mm	7.500
- altezza totale	mm	12.500

Filtro di sfiato

-	numero cartucce filtranti	n	14
-	superficie filtrante	m ²	22
-	pulizia delle maniche	pulse jet	
-	pressione aria di lavaggio	bar	6
-	portata aria di lavaggio	Nm ³ /h	20 (solo durante il carico)
-	materiale maniche	Poliestere TNT	
-	materiale carpenteria	acciaio inox	

Coclea di estrazione

-	lunghezza	m	2
-	diametro	mm	350
-	cassa con sezione ad U	acciaio al carbonio	
-	elica	acciaio al carbonio	
-	motoriduttore potenza	kW	1,1

Scaricatore telescopico a doppia parete

-	diametro ingresso con flangia forata	mm	300
-	lunghezza retrato	mm	2000
-	lunghezza esteso	mm	5500
-	potenza motoriduttore sollevamento	kW	0,75
-	portata ventilatore depolverazione	m ³ /h	1.500
-	potenza ventilatore depolverazione	kW	0,55

13.1.12 Sistema stoccaggio prodotti solidi residui (da filtro a maniche)

Lo stoccaggio dei prodotti solidi residui è costituito da 1 silo costituito da un involucro cilindrico realizzato in lamiera e supportato da una struttura metallica comune agli altri stoccaggi.

Esso è equipaggiato con i seguenti accessori:

- N° 1 filtro di sfiato a cartucce con sistema di pulizia pneumatica, estrazione delle maniche dall'alto, completo di flangia di attacco al silo;
- N° 1 valvola di sicurezza a molla, per eccessiva sovrappressione/depressione;
- attacchi per ingresso polveri;
- N° 1 passo d'uomo;
- N° 1 scala alla marinara di accesso al tetto;
- N° 1 trasmettitore continuo di livello
- N° 1 serranda di intercettazione manuale;
- N° 1 coclea di estrazione;
- N° 1 scaricatore telescopico;
- indicatori di minimo, alto e altissimo livello del tipo a palette;
- telaio di supporto con piattaforma di servizio;



DATI TECNICI

Silo

-	volume utile	mc	75
-	materiale silo	acciaio al carbonio	
-	diametro esterno	mm	3.400
-	altezza parte cilindrica	mm	7.500
-	altezza totale	mm	12.500

Filtro di sfiato

-	numero cartucce filtranti	n	14
-	superficie filtrante	m ²	22
-	pulizia delle maniche	pulse jet	

	GARA PER LA REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	Relazione generale	PAG. 158/299	

- Portata massima 60 m³/h
- Materiale AISI 304L
- Fluido trattato Fase vapore
- Diametro 3"
- Materiale AISI 304L

Pompe di scarico

- Fluido trattato NH₄OH, al 25% in peso
- Tipo centrifugo, a trascinamento magnetico
- Portata / Prevalenza 30 m³/h / 20 m

Stoccaggio del reagente

Serbatoio di raccolta

- Capacità geometrica 37 m³
- Diametro 3,5 mca.
- Altezza 7 mca.
- Materiale AISI 304L
- Temperatura di progetto 50°C
- Pressione d progetto 0,45 barg

13.1.14 Sistema di alimentazione ed iniezione NH₄OH

Descrizione tecnica

Stazione di pompaggio

Il sistema di pompaggio del reagente è costituito da N. 2 pompe dosatrici (1 di riserva), che trasferiscono la soluzione ammoniacale dal serbatoio di stoccaggio al modulo di dosaggio.

La linea di pompaggio è composta da:

- N.1 pompa dosatrice o rotativa ad accoppiamento magnetico
- N.1 filtro a rete metallica sull'aspirazione, con indicazione di ΔP
- N.1 valvola di non ritorno
- valvole di intercettazione manuali
- N.1 manometro e pressostato
- N.1 linea di ricircolo
- *piping* di interconnessione

Sistema di dosaggio e controllo



Il sistema di dosaggio e controllo del reagente è costituito da una linea principale e da una linea di *by-pass* manuale. La quantità di NH₄OH da inviare al DeNOx viene controllata da una valvola pneumatica dotata di un controllore di posizione I/P.

Quest'ultima riceve il segnale di portata dal flussostato dedicato e dal sistema di controllo del reattore che elabora i segnali di portata di gas e di concentrazione di NOx.

Il sistema è composto dai seguenti componenti:

- N.1 flussostato
- N.1 valvola di regolazione del flusso pneumatica
- N.1 valvola di regolazione manuale (*by-pass*)
- N.1 valvola di chiusura rapida
- N.1 manometro e pressostato
- *piping* di interconnessione in acciaio inox
- tubazione flessibile di interconnessione

Griglia di distribuzione multipoint

	GARA PER LA REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	Relazione generale	PAG. 159/299	

Il reagente viene fatto evaporare e poi viene uniformemente distribuito all'interno dei fumi tramite una griglia di iniezione.

L'evaporatore è del tipo a fascio tubiero, realizzato in Hastelloy C276 e in acciaio inox 316.

La griglia di distribuzione è realizzata con tubi forati in AISI 316L

Dati tecnici

Stazione di pompaggio

Pompe di alimentazione

- | | |
|-------------------|---|
| ▪ Fluido trattato | NH ₄ OH, al 25% in peso |
| ▪ Tipo | dosatrice o rotativa ad accoppiamento magnetico |
| ▪ Portata | 120 l/h |
| ▪ Potenza motore | 0,3 kW |

13.1.15 Scambiatore fumi-condense

A valle del reattore catalitico SCR è prevista una sezione di recupero termico sui fumi per il preriscaldamento delle condense del ciclo termico prima del loro invio al degasatore. Lo scambiatore di calore gas/condensato del tipo a tubi lisci è progettato per resistere a corrosioni acide. I tubi e le piastre tubiere sono rivestite lato fumi da materiale antiacido tipo PFA/PTFE.

Dati tecnici

Scambiatore

- | | |
|-------------------------|---------------------|
| ▪ Superficie di scambio | ~200 m ² |
| ▪ Lunghezza tubi | 3000 mm |
| ▪ Diametro tubi | 23/25,8mm |
| ▪ Numero tubi | 840 |

Lato condense (interno tubi)

- | | |
|------------------------|-------------------|
| ▪ Materiale | Acciaio inox 316L |
| ▪ Max pressione | 6 bar |
| ▪ Temperatura ingresso | 49°C |

Lato fumi (esterno tubi)

- | | |
|------------------------|----------|
| ▪ Materiale | PFA |
| ▪ Pressione | 920 mbar |
| ▪ Temperatura ingresso | 179°C |

13.1.16 Reattore e catalizzatore (SCR)

Il reattore è composto da:

- strutture in acciaio al carbonio per il sostegno del reattore SCR
- involucro del reattore in acciaio al carbonio, a 4 compartimenti, provvisto di porte di accesso e di guide per facilitare l'allineamento dei moduli
- N°3 piani orizzontali (uno vuoto) per il posizionamento dei moduli
- N°8 moduli di catalizzatore, disposti su due piani
- Condotta di rigenerazione termica con batteria elettrica
- isolamento termico dell'involucro SCR completo di lamiera grecata
- strumentazione di processo e relativi primari come da P&I
- cavi di controllo con le relative vie cavi e scatole di interconnessione
- N.1 quadro di comando e controllo a PLC con alimentatore, stazione operatore, schede di I/O e scheda di rete per l'interconnessione al DCS di centrale

CARATTERISTICHE TECNICHE



Dati di progetto:	Carico	CTN
Portata gas nel reattore	Nm ³ /h, umidi	54.861
Temperatura operativa del reattore	°C	180
Umidità relativa	Vol%	1,1
O ₂ -riferimento	Vol%,secchi	11
NOx in ingresso	mg/Nm ³ ,s,rif.O ₂	~540
SOx in ingresso	mg/Nm ³ ,s,rif.O ₂	~3
Particolato in ingresso	mg/Nm ³ ,s,rif.O ₂	15
Distribuzione del rapporto molare	% assoluta	10
Distribuzione della velocità	% assoluta	15
Distribuzione della temperatura	°C assoluta	5

Dati del catalizzatore:

Orientamento		Verticale
Tipo di catalizzatore		low dust / honeycomb
Temperatura max. di funz. catalizzatore	°C	200
Volume del catalizzatore	m ³	18,14
Area specifica del catalizzatore Ap	m ² /m ³	924
Layer per modulo	n	2
Numero moduli per cella	n	2
Totale moduli	n	8
Dimensioni del modulo: L x W x H	mm x mm x mm	1.800 x 900 x 1600
Peso del layer:	t	8
Materiale del telaio del modulo		Acciaio al carbonio
Velocità gas attraversamento reattore	m/s	2,08 2,15

Prestazioni del catalizzatore:

NOx in uscita	mg/Nm ³ ,s,rif.O ₂	30
Riduzione NOx	%	~90
NH ₃ slip (a fine vita)	ppmvs,rif.O ₂	5
Vita del catalizzatore	ore	24.000

	GARA PER LA REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	Relazione generale	PAG. 161/299	

13.2 CONDOTTI FUMI

La geometria dei condotti, in linea di massima, sarà a sezione circolare ed a sezione rettangolare dove sarà necessario; quest'ultime avranno pareti convenientemente irrigidite con piatti metallici.

I condotti saranno provvisti di giunti di dilatazione in tutte le situazioni ove vi sia il pericolo di tensioni dovute alle dilatazioni termiche.

Per ogni tratto di tubazione saranno previsti sistemi di sostegno realizzati in maniera tale da permettere le dilatazioni pur garantendo la necessaria stabilità del condotto; i punti fissi saranno realizzati in strutture atte a sopportare il carico dovuto sia alle sollecitazioni meccaniche che termiche.

Il sistema di staffaggio delle tubazioni sarà realizzato in maniera tale da non trasmettere alle apparecchiature collegate forze o momenti apprezzabili.



E' previsto l'isolamento (o comunque la protezione per evitare il contatto) di tutte le superfici esterne dei condotti flussati dai fumi caldi.

Sono inoltre previsti i seguenti materiali a completamento del sistema:

- cappe di raccordo in ingresso e uscita dai vari componenti
- valvole di intercettazione e di regolazione motorizzate
- valvole di intercettazione ed i regolazione manuali
- giunti di dilatazione
- tutta la sopportazione necessaria
- coibentazione dove necessario
- bocchelli e prese per la strumentazione.

DATI TECNICI

- | | |
|-----------------------------------|------------------------|
| ▪ materiale tubazioni e raccordi | S355JOWP |
| ▪ spessore tubazioni e raccordi | mm 4÷5 |
| ▪ spessore flange | mm 6÷10 |
| ▪ guarnizioni tra flange | mm 3 |
| ▪ materiale guarnizioni | fibra ceramica |
| ▪ materiale giunti di dilatazione | tela di fibra ceramica |

	GARA PER LA REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	Relazione generale	PAG. 162/299	

14. IMPIANTI ELETTRICI

14.1 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Gli impianti elettrici oggetto di progetto saranno realizzati in conformità a tutte le disposizioni tecniche e normative pertinenti vigenti alla data dell'ordine, comprese eventuali varianti complementari o integrazioni alle norme stesse. Per un elenco dettagliato della normativa applicata si faccia riferimento alla "Relazione Tecnica Specialistica".

14.2 INDIVIDUAZIONE DEI LUOGHI E LORO DESTINAZIONE

L'impianto elettrico e speciali, oltre agli impianti tecnologici (caldaia, linea trattamento fumi, condensatore, degasatore, ecc..), interesserà:

- l'edificio fossa;
- l'edificio ciclo termico (sala quadri, turbina, ecc.);
- sala controllo.

L'intervento in oggetto consiste nel realizzare l'impianto elettrico e degli impianti speciali a servizio di tutto il sito, con i limiti di progetto indicati al capitolo 1.

14.2.1 Individuazione degli ambienti

Gli ambienti che costituiscono il sito produttivo sono riportati sulle planimetrie di progetto.

14.2.2 classificazione degli ambienti

Gli ambienti e i locali che costituiscono l'impianto non hanno particolari caratteristiche, non rientrano nelle classificazioni speciali, ad esempio zona con pericolo di esplosione o a maggior rischio d'incendio. Gli impianti elettrici e speciali realizzati saranno rispondenti alla normativa vigente senza alcun tipo di prescrizione particolare.

14.3 DESCRIZIONE GENERALE DELL'IMPIANTO ELETTRICO E SPECIALI



14.3.1 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 $U_0/U=12/20kV$.

14.4 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

	GARA PER LA REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	Relazione generale	PAG. 163/299	

isolati in gomma etilenpropilenica (G7), guaina in PVC, schermati e tensione di isolamento $U_0/U=6/10kV$.

14.5 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 $U_0/U=0,6/1kV$.

14.6 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-caldia;
- 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 sincro 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 $U_0/U=0,6/1kV$.



14.6.1 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.

14.6.2 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 nominale 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.

	GARA PER LA REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	Relazione generale	PAG. 164/299	

14.6.3 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.

14.6.4 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 riguarderà:

- 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 tubazioni, 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.

14.6.5 Illuminazione

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

- illuminazione principale
- illuminazione di emergenza
- illuminazione esterna

	GARA PER LA REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	Relazione generale	PAG. 165/299	

14.6.5.1 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-caldaia, 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:

- proiettori industriali per gli ambienti con soffitti alti o per l'illuminazione esterna;
- riflettori industriali per gli ambienti interessati da lavorazioni svolte da operatori;
- armature stratali per l'illuminazione esterna di strade;
- 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.

14.6.5.2 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:

- apparecchi di illuminazione con kit di emergenza, costituito dall'insieme dei dispositivi che compongono un apparecchio di emergenza autonomo ad illuminazione non permanente;
- 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.

	GARA PER LA REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSIOLO	REV. 0	
	Relazione generale	PAG. 166/299	

14.7 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;
- 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 passarelle portacavi, nel caso in cui i cavi alloggiati al loro interno non siano in doppio isolamento.

14.8 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

	GARA PER LA REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	Relazione generale	PAG. 167/299	

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.

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.

14.9 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".

	GARA PER LA REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	Relazione generale	PAG. 168/299	

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

14.10 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 corredato 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.

14.11 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.



14.12 CIRCUITI PER IL SEZIONAMENTO IN CASO DI EMERGENZA

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

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 determinino 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.

	GARA PER LA REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	Relazione generale	PAG. 169/299	

Ciascun pulsante sarà corredato da apposita lampada spia di presenza tensione posta in parallelo al contatto e da cartello monitore 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.

14.13 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:
 - integrazione dell'illuminazione diurna con controllo automatico (sistemi dimmerabili - tipo DALI);
 - alimentazioni elettriche multiple dei corpi illuminanti, con la possibilità di un accensione separata in funzione dell'illuminazione diurna disponibile (controllo manuale).

14.14 IMPIANTI ELETTRICI PROVVISORI DI CANTIERE

Il cantiere sarà dotato di allacciamento provvisorio alla rete elettrica a servizio del comparto industriale. Le utenze che dovranno essere servite dall'impianto elettrico di cantiere saranno le seguenti:

- quadri prese per alimentazione elettroutensili, apparecchi di illuminazione portatili e attrezzature elettriche in genere;
- alimentazione gru semovente;
- alimentazione box prefabbricati che ospiteranno la DL, i servizi igienico assistenziali, la mensa ecc ...;
- sistema di illuminazione ordinario fisso di cantiere.

14.15 STRUTTURA GENERALE



In linea generale, l'impianto sarà composto dai seguenti elementi:

- quadro di arrivo contenente il dispositivo di protezione e sezionamento generale dell'impianto;
- quadro di distribuzione generale da installare entro l'area di cantiere, in posizione protetta contro eventuali urti meccanici e fuori dal raggio di azione di qualunque mezzo o attrezzatura.
- quadri di distribuzione secondari. Il numero e il posizionamento dei quadri secondari sarà tale da consentire che ciascuna singola utenza possa essere allacciata direttamente al quadro senza dover ricorrere, se non in casi eccezionali e per lavori di breve durata, a ulteriori prolunghe;
- linee elettriche di alimentazione dei vari quadri;
- cassette di smistamento (primaria e secondaria).

14.16 CAVI E CONNESSIONI

A seconda del tipo di posa, si utilizzeranno le seguenti tipologie di cavi elettrici:

- cavi per posa fissa:
 - cavi non propaganti l'incendio isolati con gomma etilenpropilenica (G7) con guaina in PVC a Norme CEI 20-13 e CEI 20-22 II;
 - tipo FG7(O)R - Cavi unipolari o multipolari con conduttore a corda rotonda;
 - Tensione nominale di isolamento $U_0 / U = 0.6 / 1$ kV.
- cavi per posa mobile:

	GARA PER LA REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	Relazione generale	PAG. 170/299	

- cavi non propaganti l'incendio isolati con gomma etilenpropilenica (G7) con guaina in policloroprene (neoprene), resistente all'acqua e all'abrasione, a Norme CEI 20-13 e CEI 20-22 II;
- tipo H07RN-F - Cavi unipolari o multipolari con conduttore a corda rotonda;
- Tensione nominale di isolamento $U_0 / U = 0.6 / 1$ kV.

I cavi a posa mobile dovranno essere sollevati da terra e seguire percorsi brevi. I cavi non dovranno attraversare vie di transito all'interno del cantiere e non dovranno intralciare la circolazione. I cavi su palificazione dovranno essere disposti preferibilmente lungo la recinzione, così da non intralciare il traffico e non essere sottoposti ad urti meccanici. Tutte le connessioni dovranno essere realizzate entro apposite cassette aventi grado di protezione IP55. L'ingresso dei cavi nelle cassette di derivazione e negli apparecchi utilizzatori dovrà essere realizzato mediante apposito pressacavo.

14.16.1 Sezionamento e comando

Tutti i circuiti dovranno essere dotati di idoneo sezionamento. Il sezionamento dovrà comprendere tutti i conduttori attivi. Dal momento che la fornitura di cantiere sarà direttamente in Bassa Tensione, il conduttore di neutro sarà da considerare conduttore attivo.

Pertanto:

- nei circuiti monofase: gli interruttori automatici dovranno interrompere sia la fase che il neutro (entrambe le fasi nei circuiti fase - fase);
- nei circuiti trifase con neutro, gli interruttori automatici dovranno interrompere sia le fasi che il neutro.

Sull'impianto sarà presente un comando di emergenza, costituito da pulsante a fungo, di colore rosso su fondo giallo, che agirà sull'interruttore generale. L'equipaggiamento di bordo macchina di grosse macchine quali gru, paranchi e grossi impianti di betonaggio, dovrà essere dotato di specifico dispositivo di arresto di emergenza. Tutti i circuiti saranno dotati di comando funzionale. Il comando funzionale di macchine che presenteranno pericoli se messe in moto in maniera intempestiva (seghe circolari, betoniere, paranchi, gru, ecc.) dovrà essere tale che, al mancare dell'alimentazione, si apra il circuito; in tal modo, il ritorno dell'alimentazione non provocherà la rimessa in moto automatica della macchina, con i pericoli che ne deriverebbero, ma per riavviare la macchina sarà necessario l'intervento dell'operatore.

14.16.2 Prese a spina

Tutte le prese a spina di tipo mobile dovranno essere di tipo industriale, conformi alla norma CEI 23-12, complete di pressacavo. Tutte le prese a spina dovranno essere di tipo interbloccato e possedere il grado di protezione IP67. Le prese a spina fino a 32 A dovranno essere protette da interruttore di tipo differenziale con I_{dn} 30 mA.



14.16.3 Quadri elettrici

Dovranno essere utilizzati solo quadri elettrici di tipo ASC (Apparecchiature di Serie per Cantiere), conformi alla Norma CEI 17-13/4. Ogni quadro dovrà essere munito di idonea targa indelebile, apposta dal costruttore.

14.16.4 Impianto di terra

Tutte le utenze e le apparecchiature elettriche, ad eccezione di quelle di classe II, saranno connesse ad un idoneo impianto di terra composto da:

- 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;
- 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;

	GARA PER LA REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	Relazione generale	PAG. 171/299	

- 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.

Affinché sia garantita la protezione dai contatti indiretti mediante interruzione automatica dell'alimentazione, dovrà essere soddisfatta la seguente relazione:



$$R_T \leq \frac{25}{I_{dn}}$$

dove:

- R_T è il valore della resistenza di terra dell'impianto di dispersione;
- I_{dn} è il valore della corrente differenziale nominale dell'interruttore generale dell'impianto.

14.16.5 Protezione contro i fulmini

Nel caso in cui all'interno del cantiere saranno presenti elementi di altezza elevata, sarà necessario prevedere un sistema di protezione a norma di legge contro le scariche atmosferiche.

	GARA PER LA REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	Relazione generale	PAG. 172/299	

15. TRATTAMENTI SUPERFICIALI, TARGA DI IDENTIFICAZIONE

15.1 TRATTAMENTI SUPERFICIALI PRIMARI E VERNICIATURE

Il ciclo di trattamento superficiale sarà idoneo ad un ambiente di tipo marino e compatibile con il servizio richiesto; il ciclo, per strutture e componenti, sarà:

- Sabbiatura grado SA 2 1/2
- No. 2 mani zincante inorganico spessore totale 70 micron (da verificare)
- No. 2 mani a finire spessore totale superiore a 50 micron.

Per altri componenti da coibentare:

- Sabbiatura grado SA 2 1/2
- No. 2 mani primer compatibile con le temperature di esercizio del componente, spessore totale primer da concordare.



15.2 COIBENTAZIONI ED INSONORIZZAZIONI

- Tutte le superfici con temperatura di parete >50 °C dovranno essere coibentate termicamente. La coibentazione, che s'intende fornita in opera, verrà realizzata attraverso rivestimento con materiale isolante e finitura esterna di protezione.
- Nel caso di apparecchiature che producano, durante il funzionamento, livelli di pressione acustica superiori ai valori indicati al par. 2.4.4, il Fornitore dovrà provvedere alla progettazione ed alla realizzazione di adeguate insonorizzazioni o, se necessario, idonei box dotati di sistema di circolazione aria. La coibentazione acustica, ove prevista, sarà completamente montata presso il Fornitore. Di tutte le opere di coibentazione acustica dovranno essere indicate le caratteristiche salienti (spessori e composizione strato coibente, caratteristiche acustiche, ed inoltre, per i box, dimensioni, portata d'aria, accessibilità alle apparecchiature, caratteristiche silenziatori input/output aria, ecc.).

15.3 TARGHE DI IDENTIFICAZIONE

Sulle apparecchiature sarà apposta, in posizione visibile, la targa di identificazione in lamina di acciaio *inox* contenente le seguenti indicazioni:

- a) identificativo componente
- b) numero di serie (e/o matricola – e/o N.F.)
- c) dati caratteristici apparecchio
- d) norme costruttore
- e) anno di costruzione.

	GARA PER LA REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	Relazione generale	PAG. 173/299	

16. ARCHITETTURE SISTEMA DI MONITORAGGIO E CONTROLLO (DCS)

La nuova linea di termovalorizzazione presso il sistema di trattamento rifiuti è costituita da diverse sezioni che potrebbero essere considerate come entità autonome, in realtà l'esigenza principale è quella di vedere l'impianto come un sistema unico, completo ed integrato soprattutto in relazione agli aspetti funzionali e di garanzia della continuità di servizio. In tale contesto si prevede di realizzare un sistema di controllo dove la visione centralizzata della supervisione stessa è finalizzata ad una migliore gestione degli interventi sugli impianti sia in condizioni normali che sotto guasto.

Il sistema di controllo proposto tiene in considerazione sia le necessità del Processo sia le esigenze del Cliente. A tal scopo in fase di progettazione è stata posta particolare attenzione non solo alle prestazioni dell'impianto (operatività, manutenzione ed efficienza) ma anche alla protezione dell'investimento della committente.

Da queste precise indicazioni siamo a proporre un sistema che permetterà la gestione dell'impianto in modo sicuro ed economico, nel rispetto dei costi, durante l'intero ciclo di vita. Tutto questo viene reso possibile dal fatto che il sistema di controllo non solo assume i compiti specifici di monitoraggio del processo produttivo principale, ma coordina anche l'intera automazione di tutti i vari packages d'impianto, ottimizzando in questo modo le risorse.

Il sistema di controllo, da considerarsi sempre come un unico ambiente, consente di integrare in maniera ottimale le esigenze di Flessibilità (perché ogni processo è unico), di Omogeneità (per una gestione uguale di tutte le parti di processo), di Continuità (con sistemi ridondati) e ampliabilità (per affrontare evoluzioni future) estendendo il controllo non solo all'intera catena produttiva ma anche all'intero impianto. Il sistema utilizzando protocolli e tecnologia standard di mercato (ethernet, TC/IP, OPC) potrà essere integrato direttamente anche nei vari sistemi informativi di fabbrica.

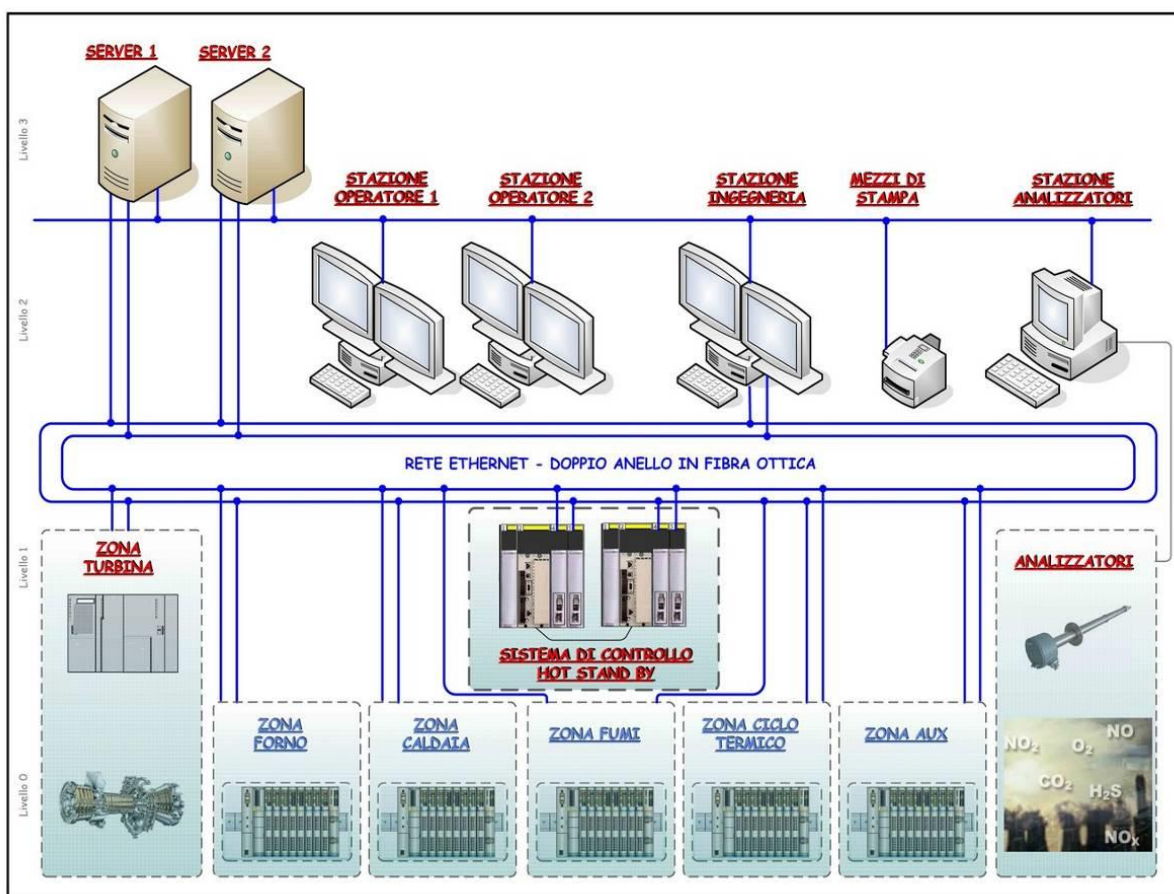
Il sistema di controllo inoltre è basato su piattaforme hardware e software di costruttori primari così da garantire con continuità e facilità ampliamenti ed aggiornamenti dei vari componenti, al fine di garantire una difesa a lungo termine degli investimenti fatti, nonostante la velocità di rinnovo delle tecnologie.

In funzione di questo stiamo proponendo un sistema di controllo e automazione integrato e omogeneo in grado di soddisfare le esigenze di:

- Ricerca di una soluzione tecnica e di comunicazione che sia omogenea mantenendo integri gli aspetti tecnici e che porti a significativi vantaggi economici;
- Capacità di tollerare guasti senza degrado significativo delle funzionalità;
- Tecnologie consolidate, attuali, flessibili, pronte ad evoluzioni e necessità future;
- Utilizzo di reti "aperte" e standard;
- Ridotto numero della tipologia dei componenti adottati, ridotta quantità del numero di parti di ricambio;
- Semplicità di diagnostica, gli stati delle singole apparecchiature e delle infrastrutture di rete possono essere monitorati dal sistema di supervisione centrale.

16.1 ARCHITETTURA DEL SISTEMA

L'architettura del sistema di controllo proposto è rappresentata nel seguente schema:



Come si può vedere dallo schema il sistema viene suddiviso in quattro livelli:

- Livello 0 – Campo;
- Livello 1 – Controllo e automazione;
- Livello 2/3 – Supervisione e monitoraggio;

LIVELLO 3 (Supervisione e monitoraggio)



La sezione di supervisione e monitoraggio di questo livello è costituita dalle seguenti apparecchiature:

N°2 stazioni server ridondanti per la gestione dei valori di processo, archivi, allarmi e segnalazioni.

Stazione Server

Tipo: Rack;
Processore: Quad Core Xeon (o similare);
Memoria: 4GB DDR2 667Mhz;
Hard Disk: 73 GB SAS 15k 3.5";
Monitor: Non presente;
Unità ottica: Lettore DVD+/-RW 16x;
Accessori: Tastiera/Mouse;
Sistema operativo: Windows;
Licenza software: Sistema di supervisione;



	GARA PER LA REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	Relazione generale	PAG. 175/299	

Ciascuna delle due stazioni si occuperà di:

- Collegamento con i controllori dell'impianto per l'acquisizione di segnali, stati, gestione comandi;
- Archiviazione dati su Data Base;
- Dati di progettazione;
- Acquisizione valori di p'rocesso;
- Archivi;
- Allarmi e segnalazioni,
- Reporting costruito tramite data collection da DB con possibilità di esportazione in file compatibili MS Excel;
- Trasferimento dati ad applicativi aziendali quali Excel o altri in ambiente Windows;
- Comunicazioni via OPC.

Viene prevista la funzione di archiviazione dati, configurabile on-line, basata su database relazionale, la quale acquisisce valori di processo e segnalazioni in archivi circolari e consente di trasferire e salvare i vecchi dati mediante un back-up d'archivio integrato (su sistemi esclusi dalla fornitura).

Al fine di rispondere ad elevati requisiti di risposta ai guasti, necessari per un impianto di questo tipo, in questo livello viene prevista la ridondanza tra i due server sia come hardware sia come rete di comunicazione.

Ogni server di supervisione sarà collegato alle altre apparecchiature nel seguente modo:

- Rete ethernet (10/100 Mbit/s) configurata con singolo anello ottico con stazioni operatore, ingegneria e analisi (livello 2);
- Rete ethernet (10/100 Mbit/s) configurata con doppio anello ottico con sistema di controllo dell'impianto (livello 1);
- Rete ethernet (10/100 Mbit/s) configurata con doppio anello ottico con sistema di controllo dedicato turbina (livello 1);

In fase di installazione si cercherà di posizionare i due server in posti differenti e distanti tra loro, in modo da garantire la sicurezza funzionale dei sistemi.

LIVELLO 2 (Supervisione e monitoraggio)

La sezione di supervisione e monitoraggio di questo livello è costituita dalle seguenti apparecchiature:

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;

Stazione Ingegneria

Tipo: Mini-tower;
Processore: Intel Core 2 Duo (o similare);
Memoria: 2GB DDR2 800Mhz;
Hard Disk: 160GB Serial ATA II(7.200rpm);
Monitor: LCD 19" ultrasharp (n°02);
Unità ottica: Lettore DVD+/-RW 16x;
Accessori: Tastiera/Mouse;
Sistema operativo: Windows;
Licenza software: Sistema di supervisione;



Stazione Client

Tipo: Mini-tower;
Processore: AMD A64 1640B (o similare);
Memoria: 2GB DDR2 800Mhz;
Hard Disk: 80GB Serial ATA II(7.200rpm);
Monitor: LCD 19" ultrasharp (n°02);
Unità ottica: Lettore DVD+/-RW 16x;
Accessori: Tastiera/Mouse;
Sistema operativo: Windows;
Licenza software: Sistema di supervisione;

Stampante laser a colori

Stampa: Fino a 16 pagine A4 al minuto in bianco e fino a 12 minuti a colori;
Risoluzione: Fino a 600 x 600 dpi;
Volume di stampa: Mensile tipico da 400 a 1.200 pagine;
Interfaccia utente: Led con etichette basate su icone;



pagine A4 al

Stampante laser monocromatica

Stampa: Fino a 30 pagine A4 al minuto in bianco e fino a 20 pagine A4 al minuto a colori;
Risoluzione: Fino a 1.200 x 1.200 dpi;
Volume di stampa: Mensile tipico da 20.000 a 50.000 pagine;
Interfaccia utente: Display LCD retroilluminato;





20

pagine;

Ciascuna delle stazioni si occuperà di:

- Visualizzazione pagine grafiche di sinottico, trend, PID, allarmi, ecc per la sezione processo;
- Visualizzazione sequenze in forma di navigazione e di panoramica. Nella rappresentazione panoramica è possibile avere una visione di insieme dei passi e delle transizioni, in cui vengono visualizzati i commenti sul passo stesso o le condizioni dinamiche;
- Impostazione dei parametri di funzionamento della linea;
- Comando delle singole utenze in manuale (motori e valvole);
- Gestione dell'accesso controllato alle varie funzionalità del sistema attraverso l'utilizzo di opportune password definite in funzione delle responsabilità degli utenti;
- Monitoraggio dello stato della rete di campo Ethernet e dei suoi componenti a livello di stato e diagnostica;
- Monitoraggio dello stato della rete di sistema Ethernet e dei suoi componenti a livello di stato e di diagnostica;
- Monitoraggio delle funzionalità e dello stato delle Stazioni Operatore stesse;

	GARA PER LA REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	Relazione generale	PAG. 177/299	

Tutte le stazioni sono dotate di password a più livelli per:

- Definire i livelli di accesso a funzioni o sezioni d'impianto;
- Limitare l'accesso ad altri programmi;
- Limitare l'accesso a determinate funzioni critiche di processo;
- Limitare l'accesso a determinate impostazioni di parametri; l'accesso a eventuali aree dati del sistema;

Ogni stazione di supervisione sarà collegato alle altre apparecchiature nel seguente modo:

- Rete ethernet (10/100 Mbit/s) configurata con singolo anello ottico con stazioni server (livello 3);
- Rete ethernet (10/100 Mbit/s) configurata con doppio anello ottico con sistema di controllo dell'impianto (livello 1), solo stazione ingegneria;

LIVELLO 1 (Controllo e automazione)

La sezione di controllo e automazione di questo livello è costituita dalle seguenti apparecchiature:

- N°1 DCS sistema centralizzato di controllo impianto in hot stand by;
- N°1 sistema di controllo dedicato turbina;

Sistema centralizzato di controllo

Il sistema proposto è costituito di 2 sistemi di controllo CPU, ciascuno in configurazione "hot stand by" completi di schede di comunicazione ethernet verso le stazioni di supervisione (livello 2/3) e verso gli I/O in campo (livello 0).

L'uso delle CPU di processo ridondanti e di adeguati componenti consente di implementare un sistema in hot stand-by con sincronizzazione automatica dei dati.

In questo tipo di architettura (hot stand by) le due CPU funzioneranno sempre ambedue, tutti i processi verranno elaborati in contemporanea, in caso di guasto di una delle due unità di controllo la rimanente potrà continuare a svolgere la propria funzione garantendo la continuità del servizio. Risulta evidente che la differenza principale rispetto ad una normale configurazione di ridondanza sta nel fatto che i tempi di riconoscimento, attesa e ripartenza in caso di anomalia del controllore "master" siano ridotti a zero.

Il processore sarà in grado di svolgere funzioni di controllo continuo, discontinuo, sequenziale e logico delle unità di processo collegate.

Le strategie di controllo saranno implementate attraverso la configurazione di algoritmi software già disponibili in una libreria. Sono disponibili oltre ai normali algoritmi di controllo logici e sequenziali, come PID, calcoli matematici, soglie, allarmi, ecc., algoritmi evoluti, PID con autotuning, PID per controllo non lineare.

I tempi di scansione delle logiche di controllo sono definibili singolarmente per ogni blocco/funzione in un range di valori che variano dai 20 ms, fino ai 60 min ed oltre.



Il nuovo sistema di controllo centralizzato DCS (Distributed – Control - System) acquisirà gli I/O hardware dell'impianto mediante rete dati, attraverso i moduli di raccolta segnali remoti (livello 0).

Ogni CPU di controllo sarà collegato alle altre apparecchiature nel seguente modo:

- Rete ethernet (10/100 Mbit/s) configurata con doppio anello ottico con stazioni server (livello 3), stazione ingegneria / analisi (livello 2), e sistema di acquisizione dati (livello 0);

Sistema di controllo dedicato turbina

La turbina a causa della particolarità delle protezioni e/o funzionamento avrà un proprio sistema di controllo dedicato fornito e garantito dal produttore della macchina. Questo sistema si interfacerà con il sistema centralizzato di controllo per quanto concerne lo scambio dati e con i sistemi di supervisione per la visualizzazione del funzionamento.

	GARA PER LA REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	Relazione generale	PAG. 178/299	

Il controllo della turbina sarà collegato alle altre apparecchiature nel seguente modo:

- Rete ethernet (10/100 Mbit/s) configurata con doppio anello ottico con stazioni server (livello 3), stazioni operatore / ingegneria / analisi (livello 2), sistema di controllo dedicato turbina (livello 1) e campo (livello 0);

LIVELLO 0 (Campo)

Al livello più basso del sistema proposto si trovano i sistemi di acquisizione I/O (moduli I/O remoti), questo livello è costituito dalle seguenti apparecchiature:

Moduli di I/O remoti in numero sufficiente per garantire una suddivisione logica dei vari processi dell'impianto;

Le apparecchiature periferiche utilizzate saranno compatibili con il sistema di controllo, e le quantità di moduli sarà commisurata alla copertura dell'elenco segnali previsto per l'impianto.

Principalmente verranno impiegati i seguenti tipi di unità:

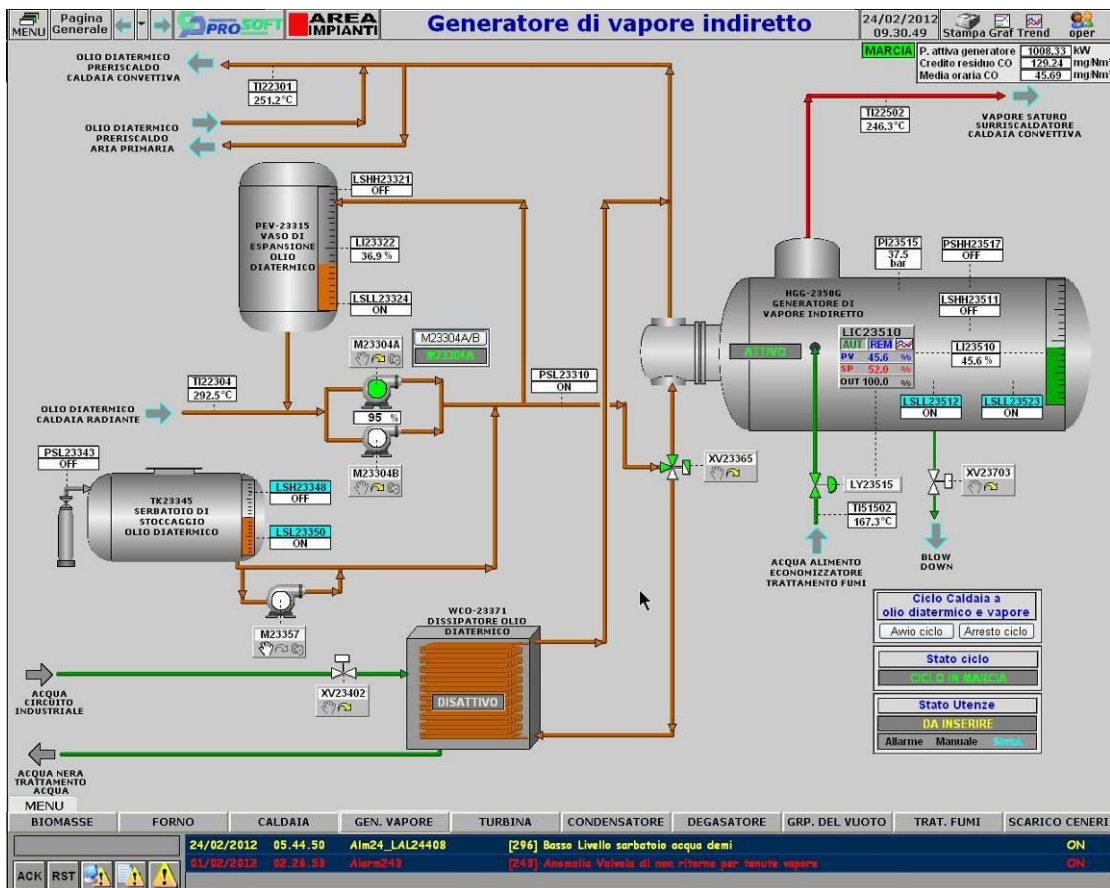
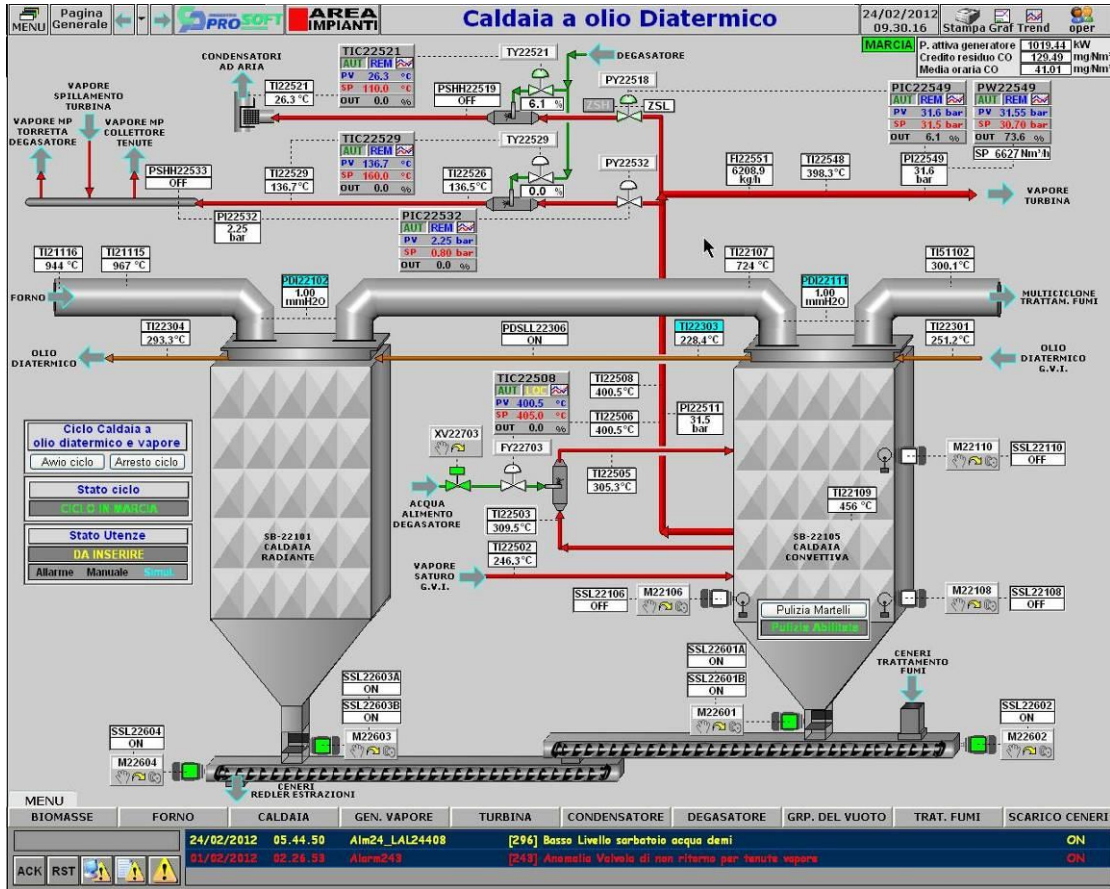
- Scheda di comunicazione ethernet con doppia porta;
- Ingresso digitale: 16 ingressi, 24 VDC;
- Uscita digitale: 16 uscite, 24 VDC / 0.5 A per canale;
- Ingresso analogico: 4-8 ingressi multifunzione, risoluzione 12bits;
- Uscita analogica; 2-4 uscita, risoluzione 12bits;

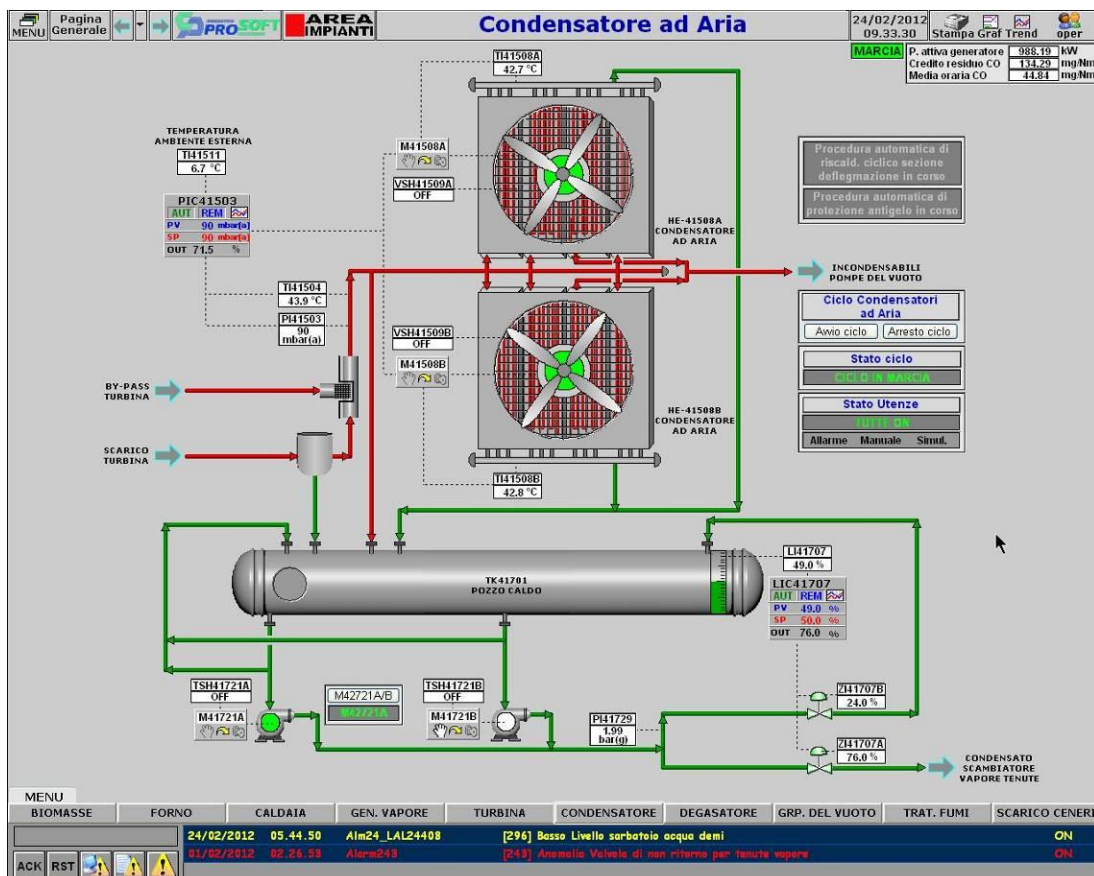
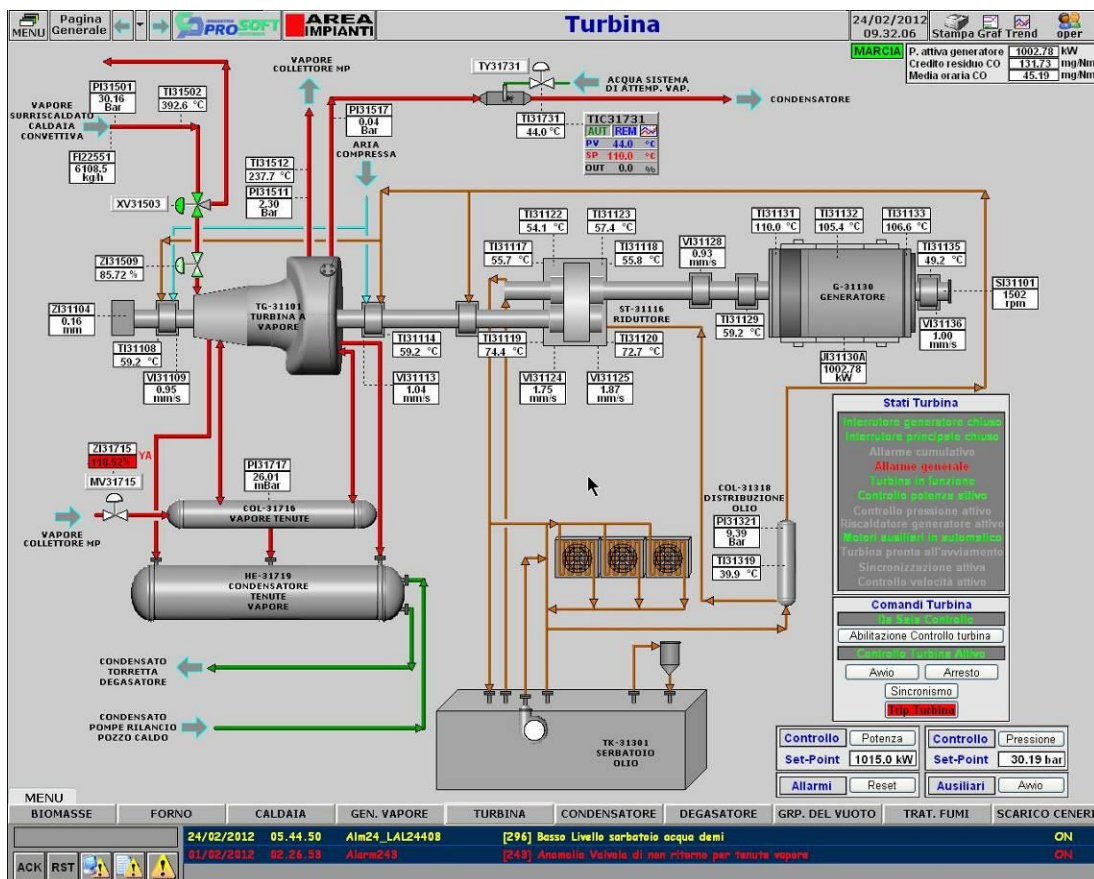
Viene scelta la soluzione dei moduli I/O remoti con suddivisione dell'impianto in zone funzionali (forno, caldaia, depurazione fumi, ciclo termico, ausiliari) per semplificare la gestione in funzionamento normale, durante le fermate e per eventuali ampliamenti futuri dell'impianto. Collocando questi moduli nelle rispettive zone di processo inoltre si avrà una sostanziale riduzione dei cavi installati in impianto tra le varie zone e la sala di controllo.

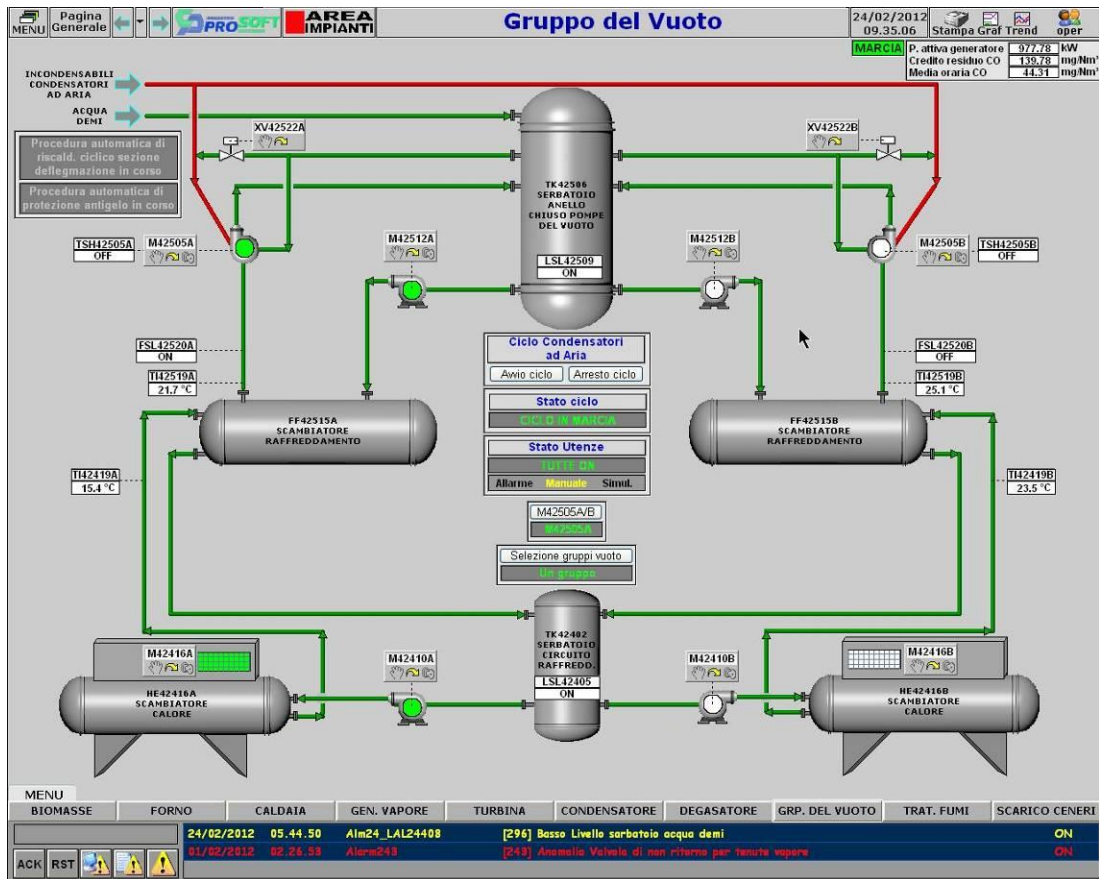
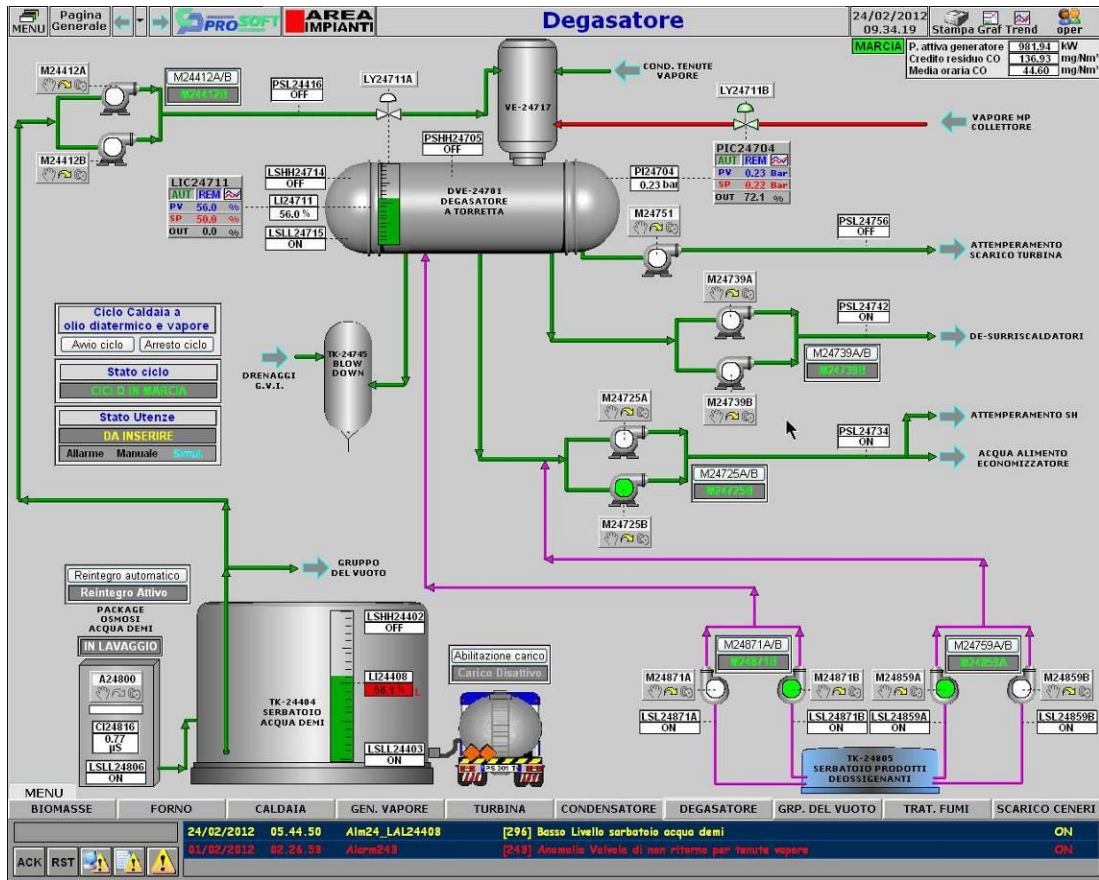
I moduli di acquisizione dati saranno collegati alle altre apparecchiature nel seguente modo:

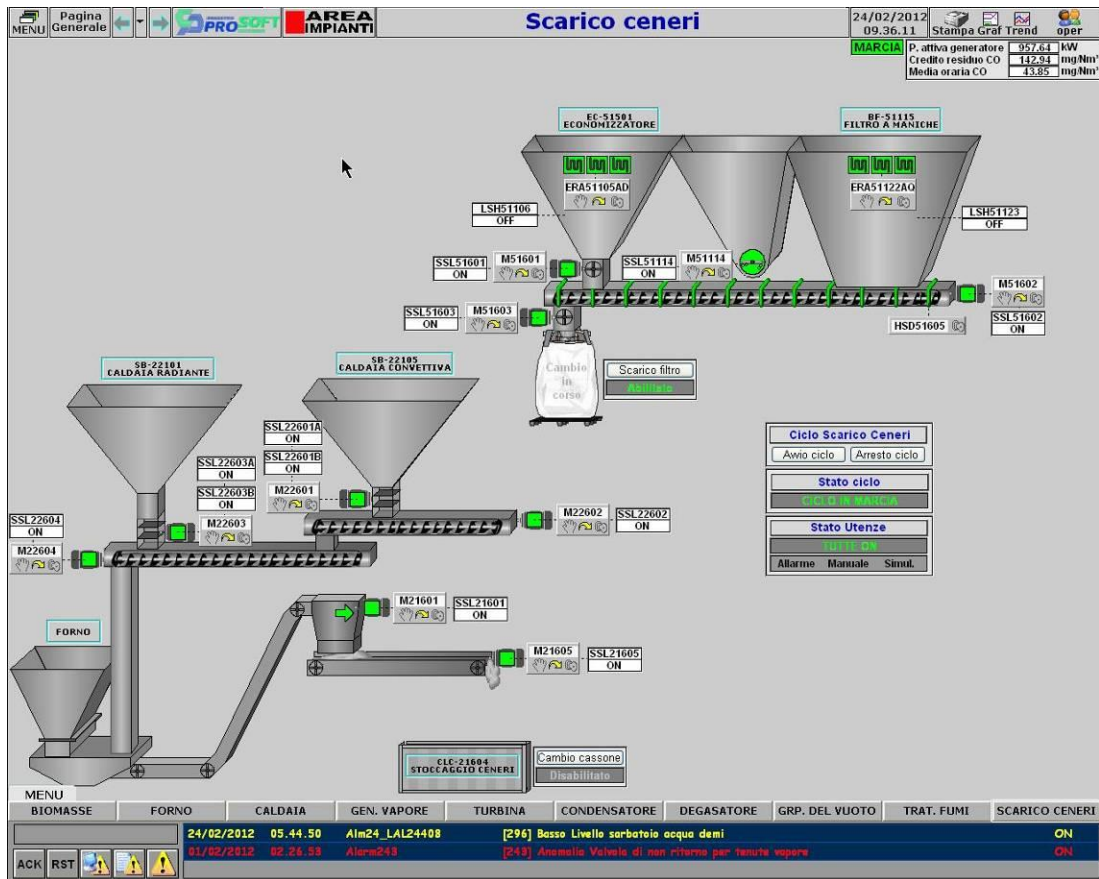
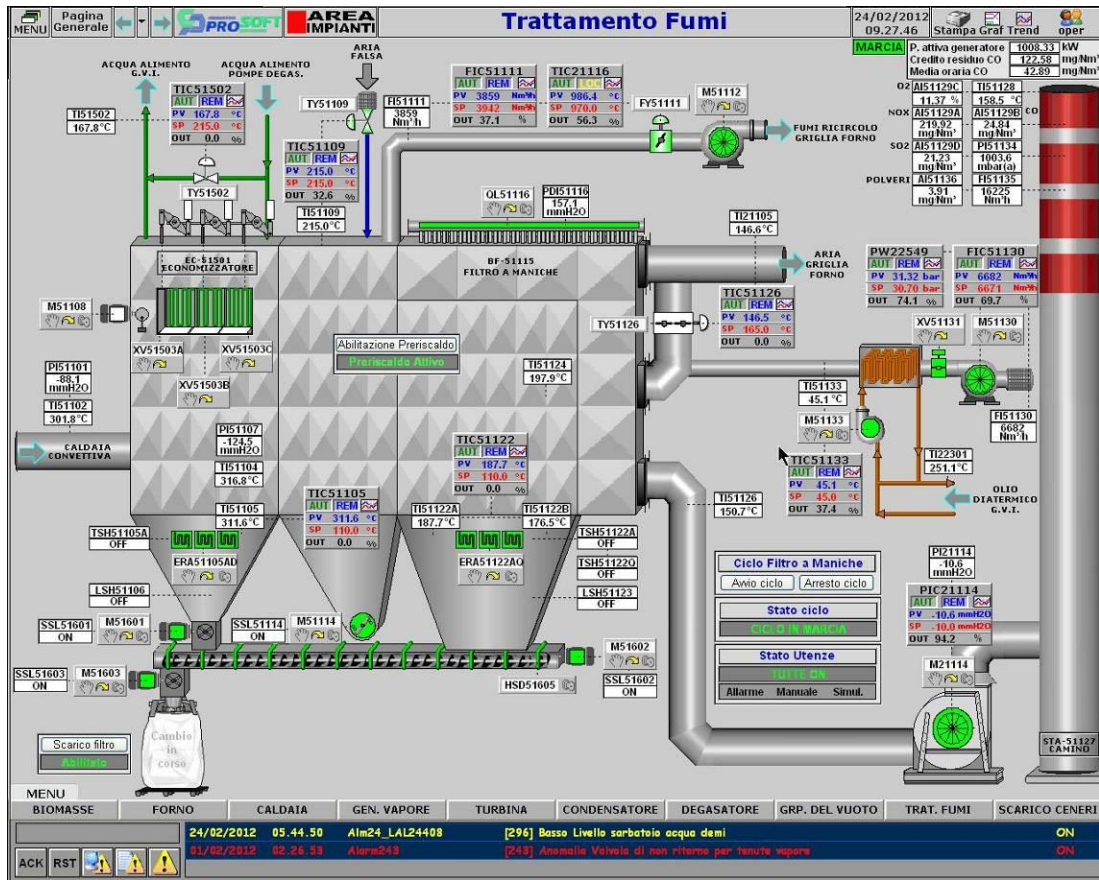
- Rete ethernet (10/100 Mbit/s) configurata con doppio anello ottico con sistema di controllo dell'impianto (livello 1);
- Cavo con quadri locali e strumenti in campo;

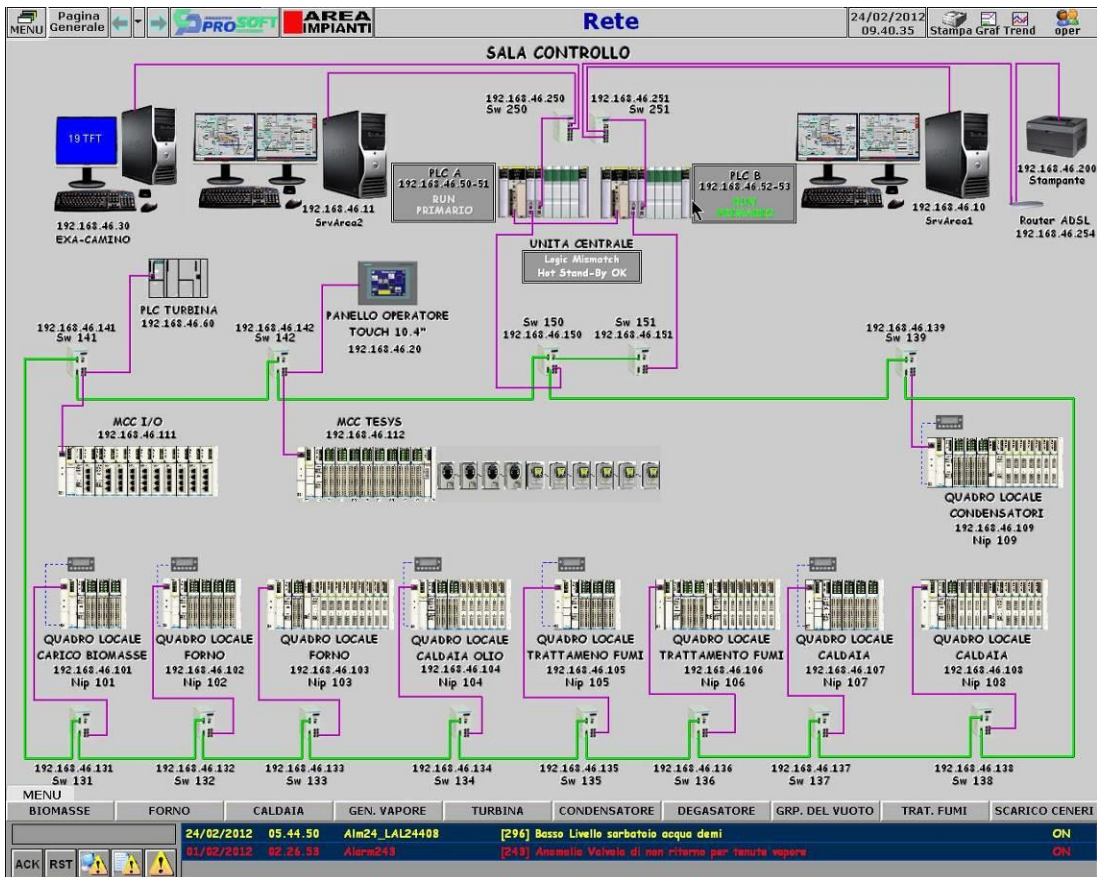
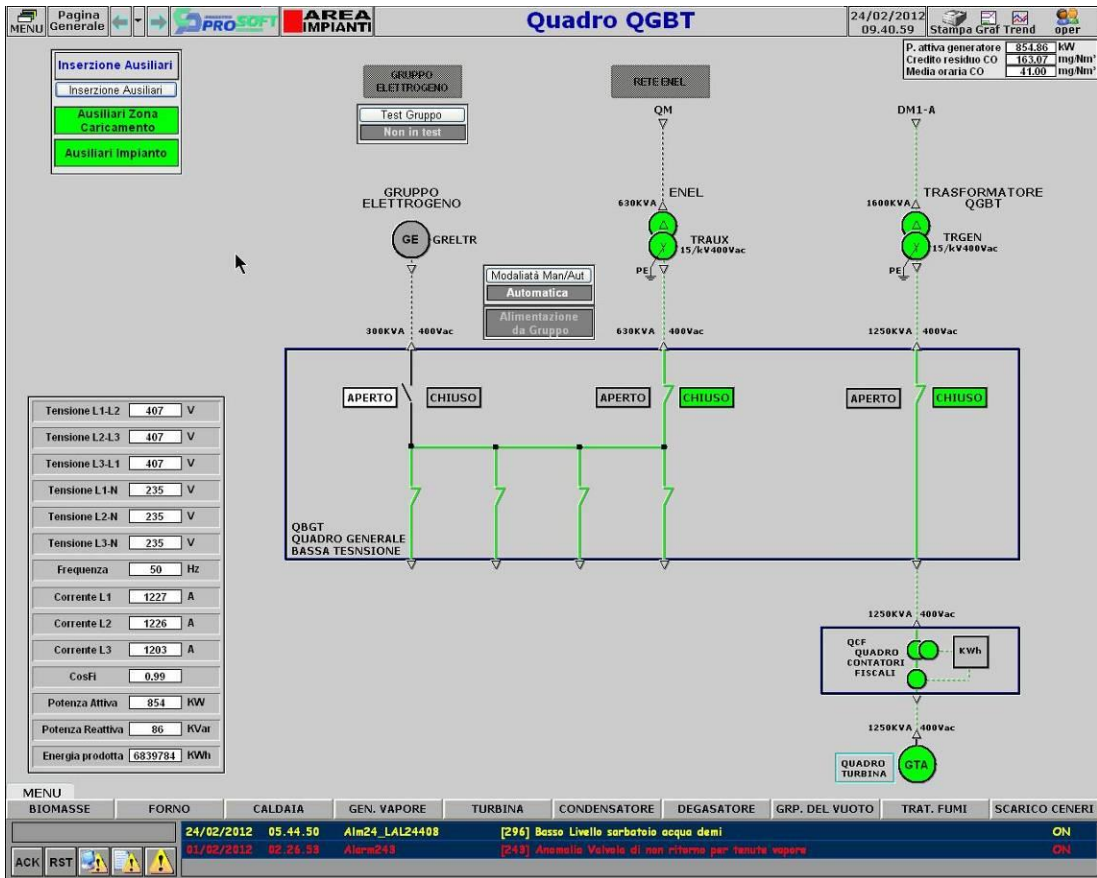
16.2 ESEMPIO PAGINE SUPERVISIONE











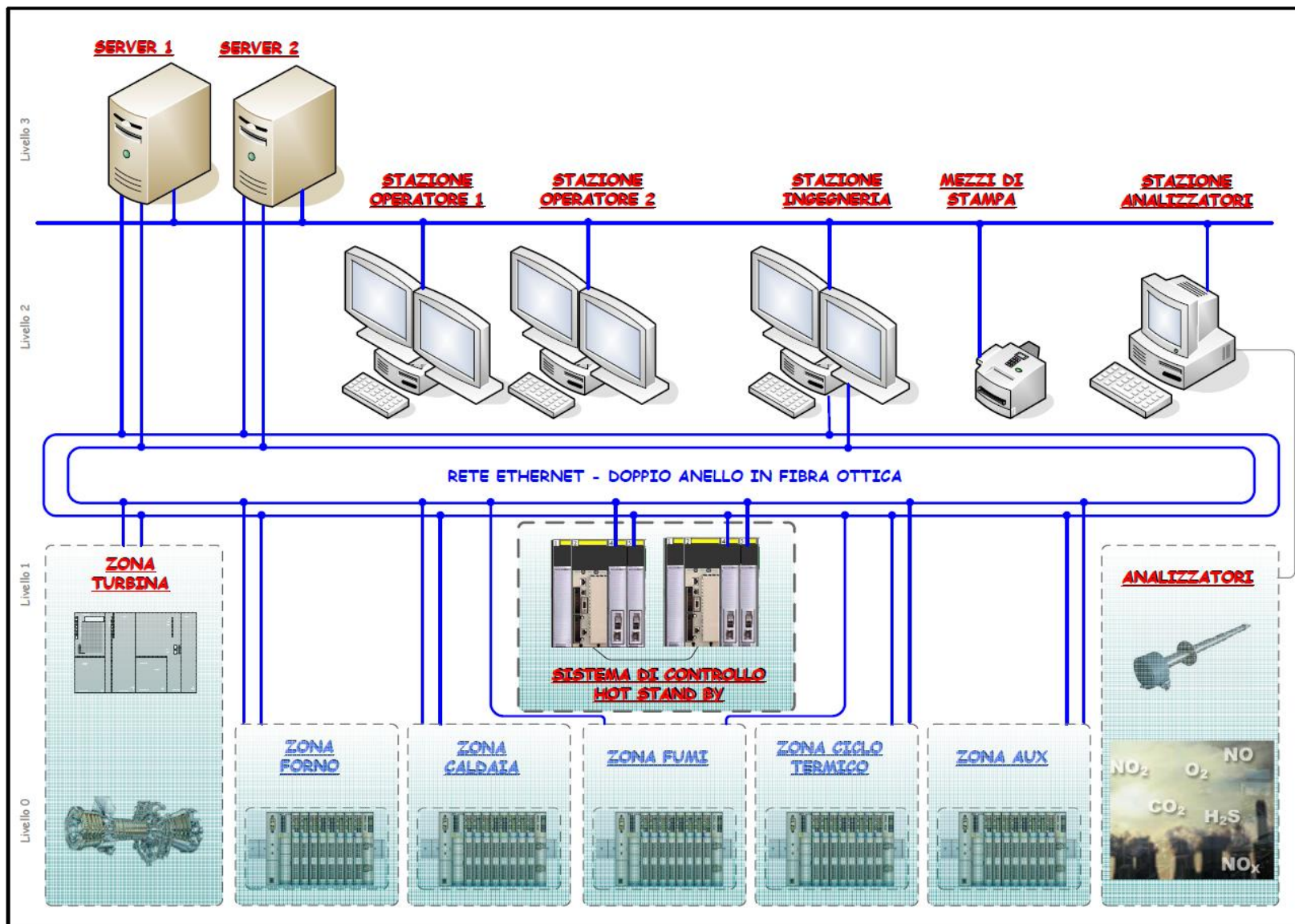




Figura 38 Architettura del sistema di controllo (DCS)

	GARA PER LA REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	Relazione generale	PAG. 185/299	

17. ARCHITETTURA DEL SISTEMA DI MONITORAGGIO EMISSIONI (SME))



Il monitoraggio fumi è composto da:

- N°1 Sistema per la misura degli inquinanti nei fumi al camino.

17.1 ADEGUAMENTO SISTEMA DI MONITORAGGIO FUMI AL CAMINO DA LINEE ESISTENTI A NUOVA LINEA

L'adeguamento consiste essenzialmente nel riutilizzo ed eventuale sostituzione degli strumenti di analisi installati su camini esistenti.

Le attività atte al revamping degli strumenti esistenti sono le seguenti



- Messa in sicurezza scollegamento elettrico disinstallazione e ripristino cabine
- Revisione polverometri presso laboratorio ABB

Messa in sicurezza scollegamento elettrico disinstallazione e ripristino cabine

- disconnessione elettrica e pneumatica delle cabine e degli armadi;
- eliminazione alimentazione camino;
- messa in sicurezza degli interferometri
- messa in sicurezza analizzatore Hg con suo scollegamento elettrico e pneumatico, scollegamento linee riscaldate di collegamento in uscita Ftir.
- scollegamento elettrico e disinstallazione degli analizzatori a camino;
- scollegamento elettrico e disinstallazione prese campione a camino;
- scollegamento elettrico e disinstallazione delle linee riscaldate e loro stoccaggio;
- ricollegamento completo delle cabine riposizionate;
- ripristino degli analizzatori (ACF-NT, MULTIFID, DR 300, DFL 100, sonde, P, Temp, Hg, linea riscaldata);
- installazione delle canaline, pose di cavi o tubazioni per la distribuzione elettrica e dei segnali;
- spostamento cabine di nuova locazione;
- predisposizione dei nuovi bocchelli al camino;
- fornitura e posa in opera di linee sia elettriche di alimentazione e segnale sia in fibra ottica verso l'impianto e la sala controllo;
- collegamento dell'aria strumentale bordo cabina;
- strutture di sostegno a supporto delle canalizzazioni;

Revisione polverometri

Attività di revisione, manutenzione e calibrazione dei polverometri presso il laboratorio ABB e riposizionamento degli analizzatori.

	GARA PER LA REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	Relazione generale	PAG. 186/299	

Messa in servizio analizzatori riposizionati

Durante tale intervento verranno rimontati gli interferometri e verrà effettuata la calibrazione tramite bombole certificate.

Messa in servizio sistema di acquisizione e elaborazione dati

Tale attività comprende la modifica degli applicativi in laboratorio, integrazione moduli wago esistenti, e la messa in servizio.

Per messa in servizio si intende

- allacciamenti bordo macchina
- operazione di pulizia con solventi;
- chile collegamento e inserimento liquido refrigerante;
- installazione sonda di prelievo;
- sostituzione delle tenute – oring;
- installazione vetreria;
- start up
- configurazione segnali.



Messa in sicurezza e MIS DECS

Messa in sicurezza dei due DECS installati, Start up Messa in servizio di un solo DECS e l'utilizzo del secondo DECS come ricambio in magazzino

Messa in sicurezza dei due DECS installati, start-up messa in servizio dei due DECS (uno verrà utilizzato come backup).

Per messa in sicurezza si intende

- scollegate tutte le utenze bordo macchina (pneumatiche ed elettriche in accordo con tecnici impianto);
- eseguito montaggio circuito pneumatico scarico condense;
- eseguita pulizia linea pneumatica;
- eseguita pulizia circuito MCS;
- eseguito montaggio vetreria;
- eseguito smontaggio ugello e pitot;
- eseguito smontaggio sonda;
- messa in sicurezza in appositi contenitori.

	GARA PER LA REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	Relazione generale	PAG. 187/299	

18.IMPIANTI AUSILIARI VARI

La piattaforma di termovalorizzazione a seguito del prefigurato intervento necessita di un insieme di servizi ed *utilities* tipici di un insediamento industriale e ciò al fine di rendere disponibili i mezzi, fluidi di servizio e quant'altro necessario alle conduzione affidabile e rispettosa delle norme, delle procedure di sicurezza e degli standard qualitativi più avanzati .

Rientrano in questo ambito i seguenti sistemi:

- approvvigionamento idrico e riutilizzo acque reflue tecnologiche
- impianto di produzione, stoccaggio e distribuzione acqua demineralizzata
- impianto ed attrezzature di contrasto e prevenzione incendi
- impianto di produzione e distribuzione aria compressa
- impianti di ventilazione e condizionamento
- rete di distribuzione combustibile ausiliario (gasolio)

18.1 APPROVVIGIONAMENTO IDRICO E RIUSO DELLE ACQUE REFLUE

18.1.1 *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 delle acque provenienti dall'impianto di produzione acque industriali del 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.

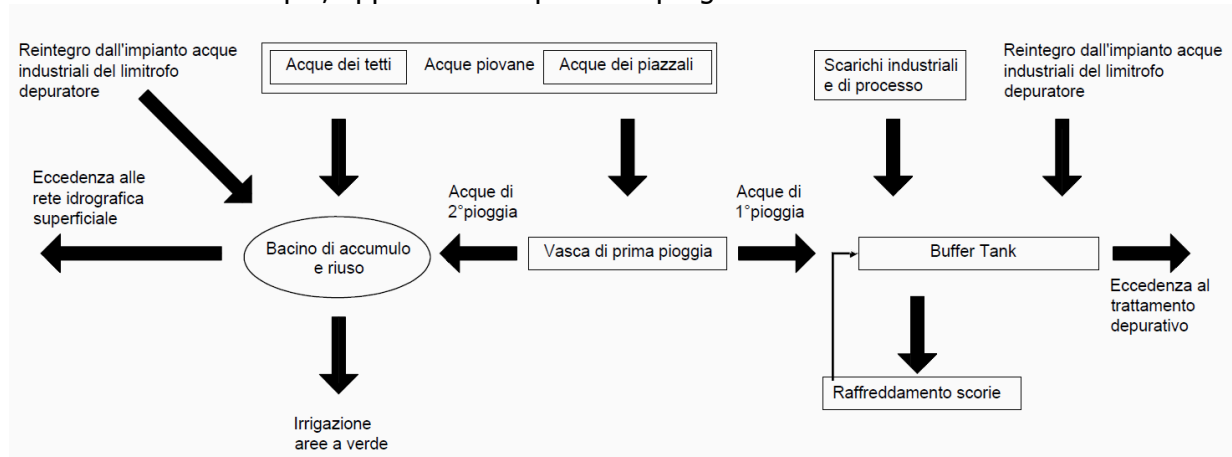


Figura 39: Schema generale riuso risorsa idrica

18.1.2 Gestione delle acque reflue industriali e di processo

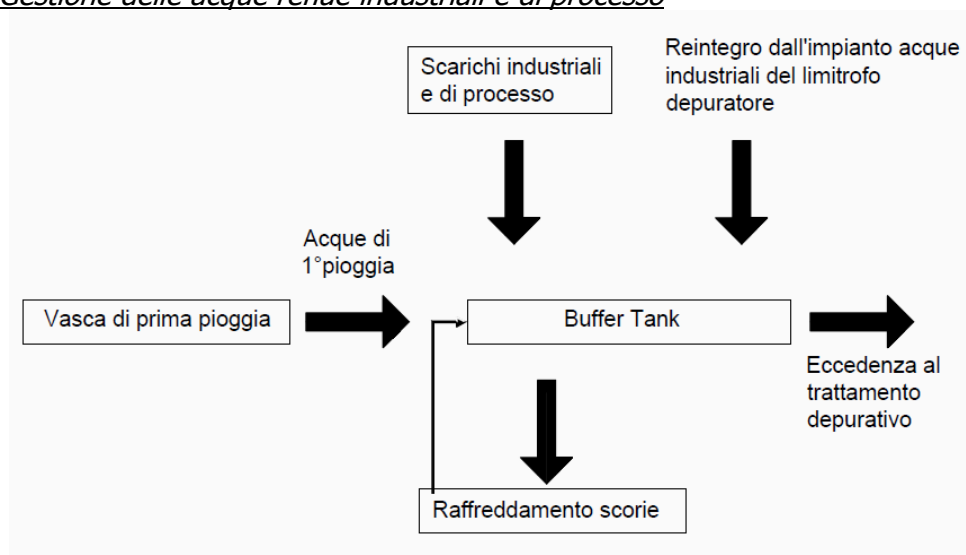




Figura 40 Schema del sistema raccolta e stoccaggio delle acque reflue industriali e di processo

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.

	GARA PER LA REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSIOLO	REV. 0	
Relazione generale		PAG. 189/299	



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.

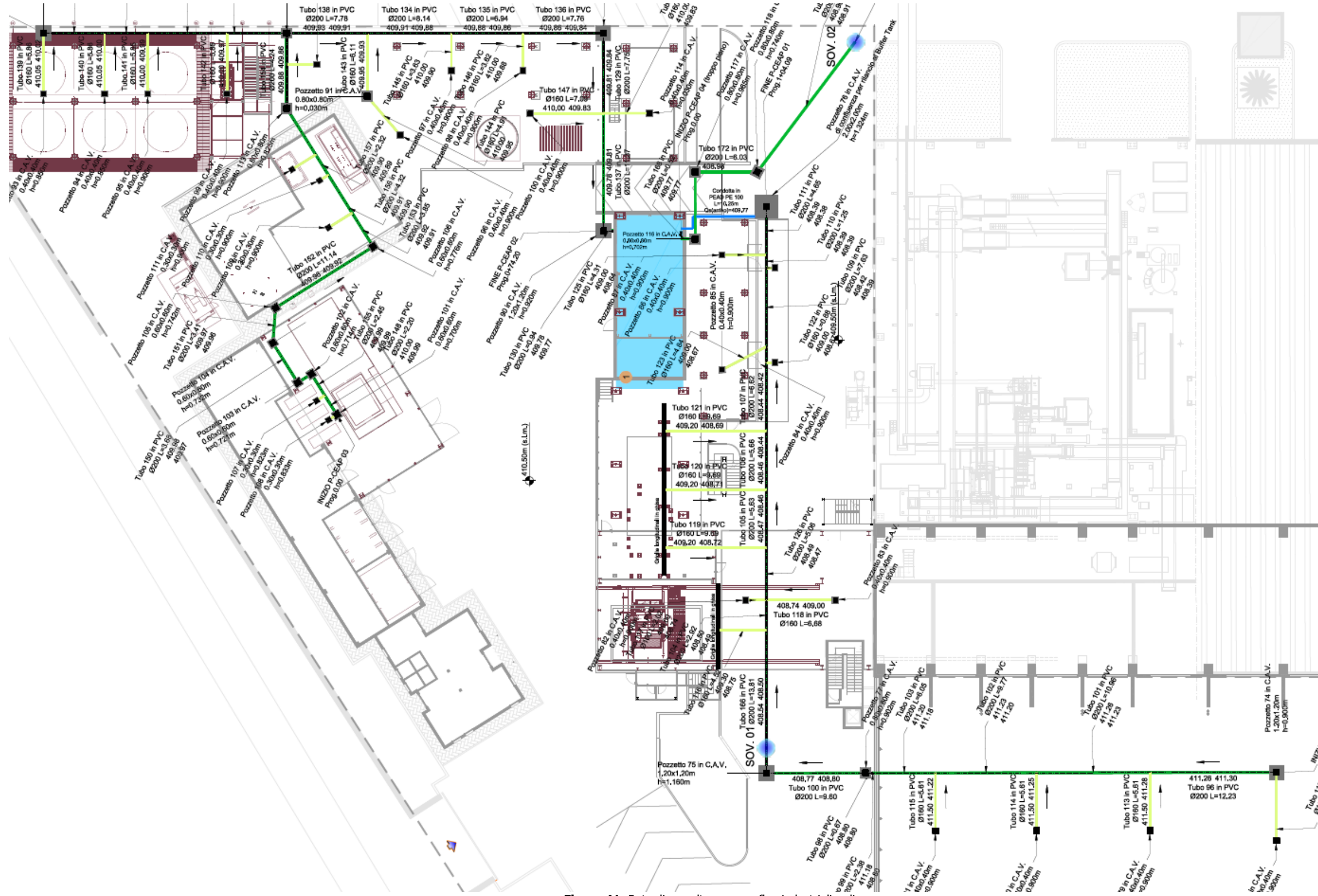


Figura 41: Rete di raccolta acque reflue industriali e di processo

18.1.2.1 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.

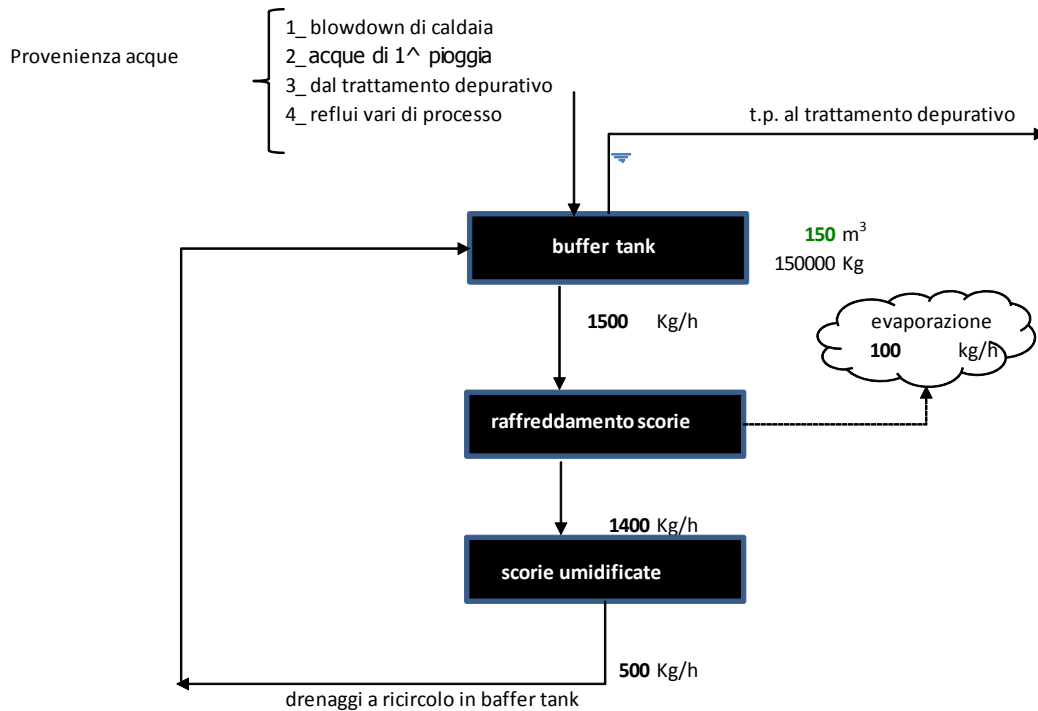


Figura 42: P&ID Buffer Tank

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.

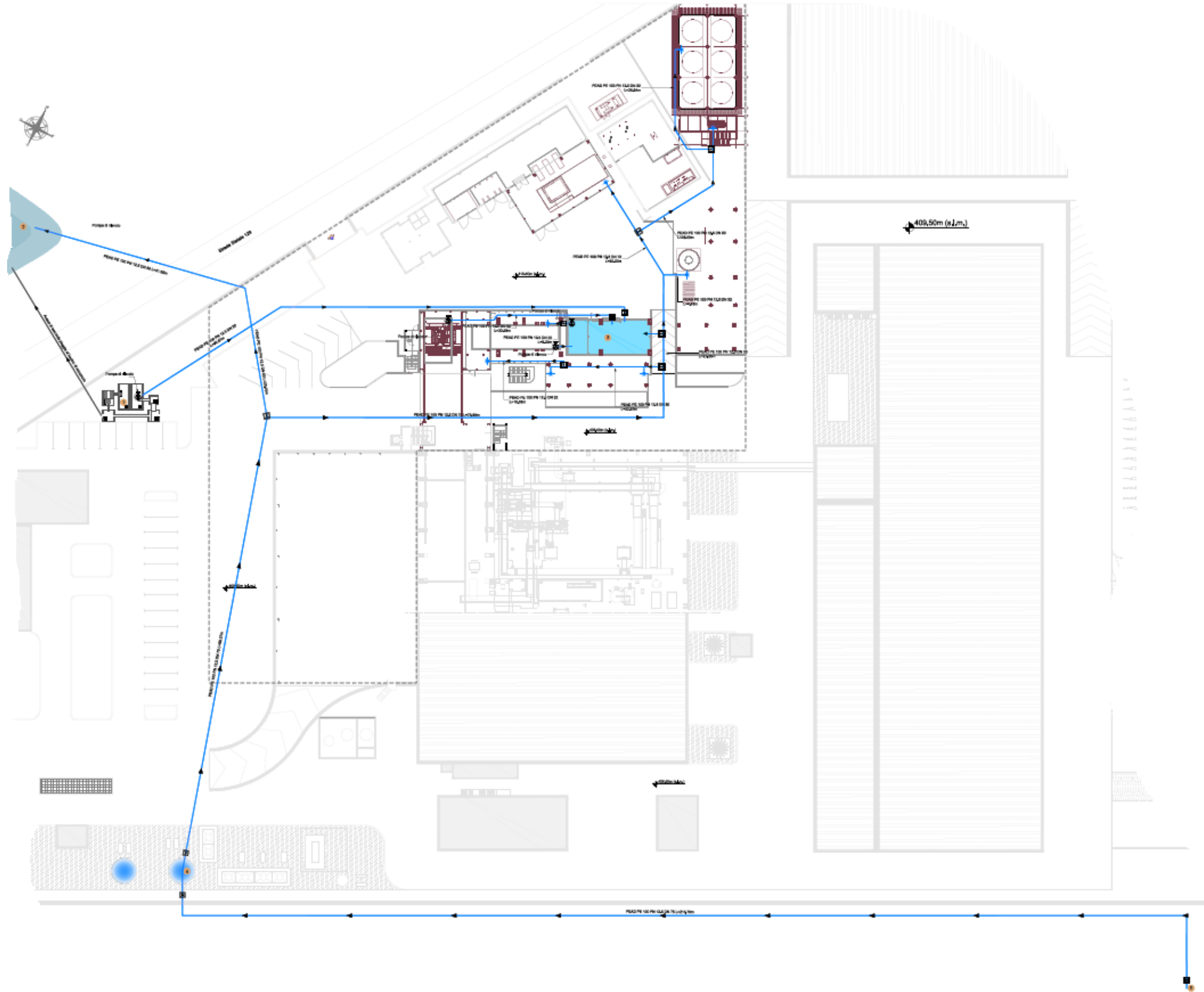


Figura 43: Rete di adduzione acque industriali

18.1.3 *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.

18.1.3.1 *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.

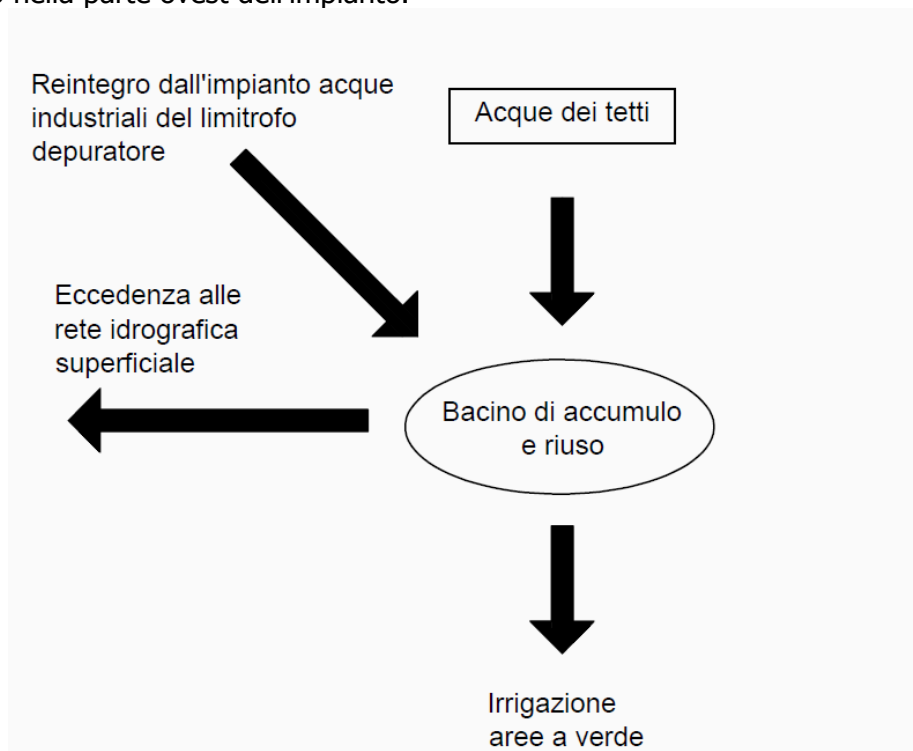


Figura 44: Schema di gestione e riuso acque dei tetti

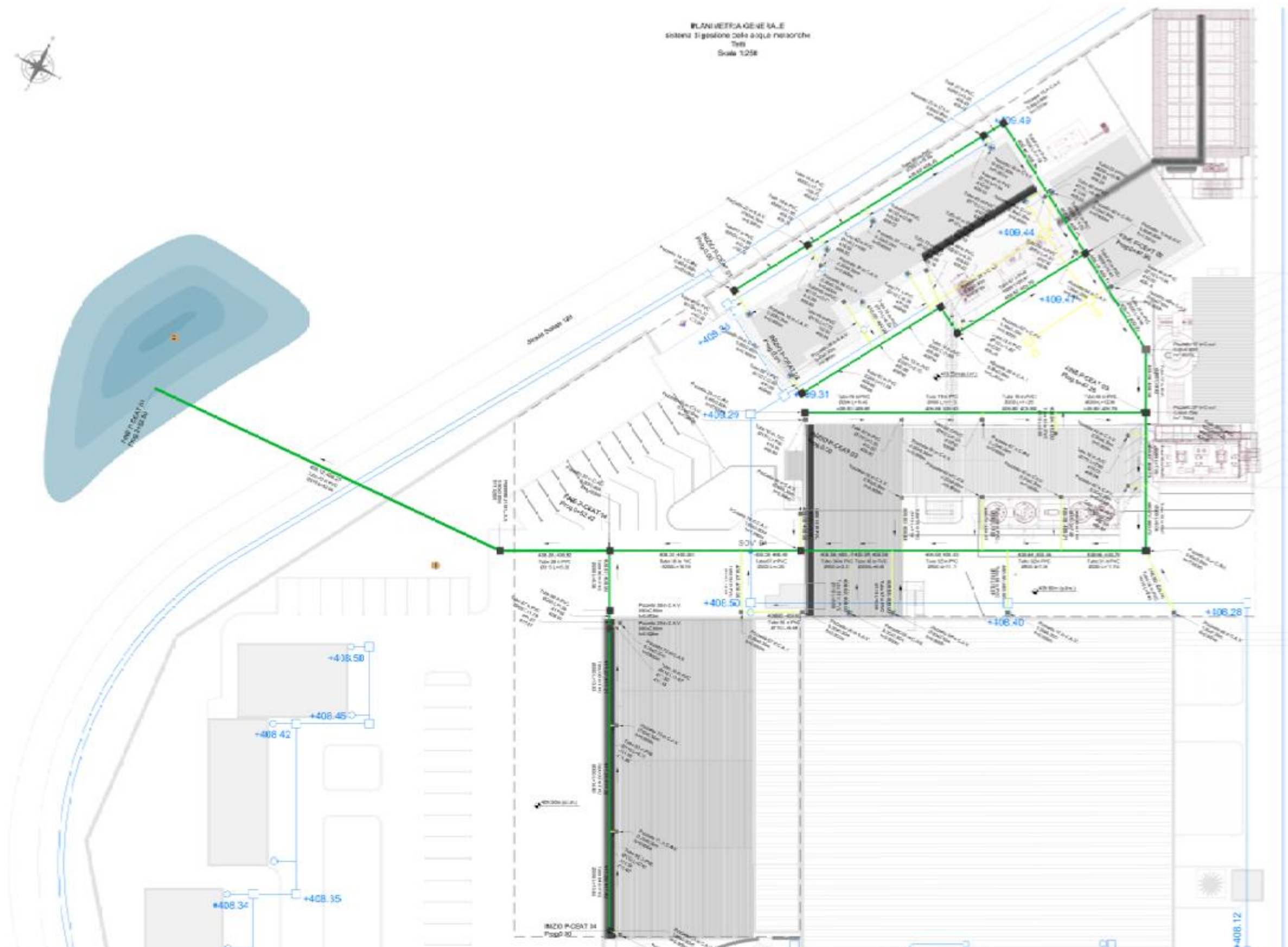


Figura 45: Schema reti di raccolta acque meteoriche dei tetti

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 46: 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:

$$2.295 \times 616/1000 \times 0,90 \times 0,95 = 1145 \text{ m}^3/\text{anno circa};$$

18.1.3.2 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.

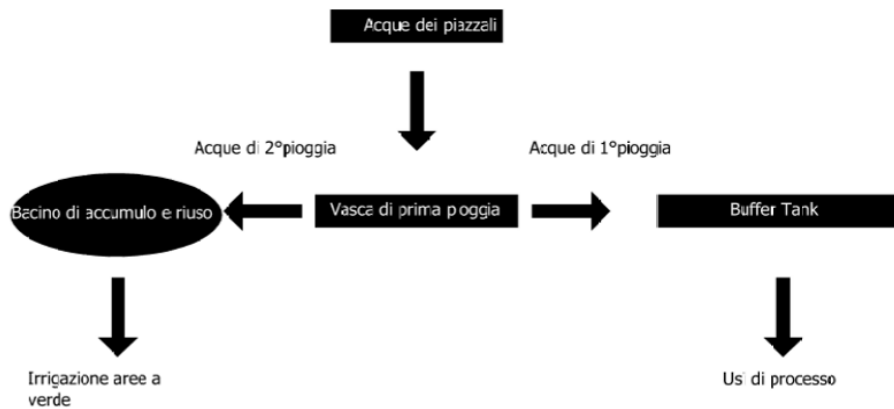


Figura 47: Schema di gestione acque dei piazzali



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:

$$4.200 \times 616/1000 \times 0,90 \times 0,90 = 2095 \text{ m}^3/\text{anno circa};$$

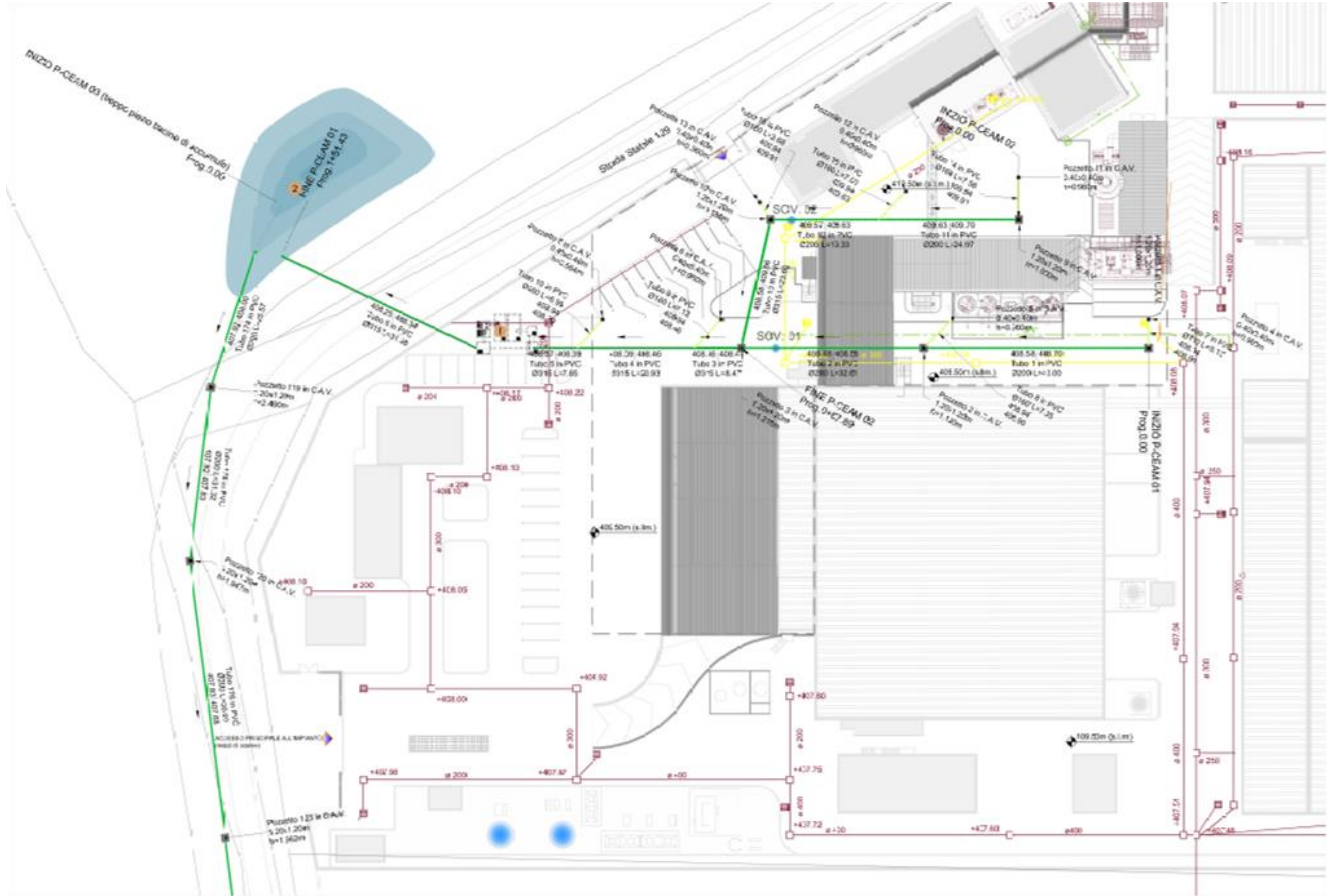




Figura 48: Schema reti di raccolta acque meteoriche dei piazzali

	GARA PER LA REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	Relazione generale	PAG. 198/299	

18.1.4 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.

18.1.5 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

18.1.6 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.

18.1.6.1 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:

- le forme di controllo degli scarichi di acque meteoriche di dilavamento provenienti da reti fognarie separate;
- 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.

18.1.6.2 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.

SUPERFICI [mq]	ALTEZZA DI PIOGGIA [mm]	VOLUMI DI PIOGGIA [mc]	PORTATA DI PIOGGIA [l/sec]	SUPERFICI [mq]	ALTEZZA DI PIOGGIA [mm]	VOLUMI DI PIOGGIA [mc]	PORTATA DI PIOGGIA [l/sec]
2000	5	10	11,11	27000	5	135	150,00
3000	5	15	16,67	28000	5	140	155,56
4000	5	20	22,22	29000	5	145	161,11
5000	5	25	27,78	30000	5	150	166,67
6000	5	30	33,33	31000	5	155	172,22
7000	5	35	38,89	32000	5	160	177,78
8000	5	40	44,44	33000	5	165	183,33
9000	5	45	50,00	34000	5	170	188,89
10000	5	50	55,56	35000	5	175	194,44
11000	5	55	61,11	36000	5	180	200,00
12000	5	60	66,67	37000	5	185	205,56
13000	5	65	72,22	38000	5	190	211,11
14000	5	70	77,78	39000	5	195	216,67
15000	5	75	83,33	40000	5	200	222,22
16000	5	80	88,89	41000	5	205	227,78
17000	5	85	94,44	42000	5	210	233,33
18000	5	90	100,00	43000	5	215	238,89
19000	5	95	105,56	44000	5	220	244,44
20000	5	100	111,11	45000	5	225	250,00
21000	5	105	116,67	46000	5	230	255,55
22000	5	110	122,22	47000	5	235	261,11
23000	5	115	127,78	48000	5	240	266,66
24000	5	120	133,33	49000	5	245	272,22
25000	5	125	138,89	50000	5	250	277,77
26000	5	130	144,44	51000	5	255	283,33



	GARA PER LA REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	Relazione generale	PAG. 200/299	

Tabella 14: Tabella per la preliminare determinazione del volume della vasca acque di prima pioggia in rapporto alle superfici scolanti "metodo altezza prima pioggia".

18.1.6.3 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.

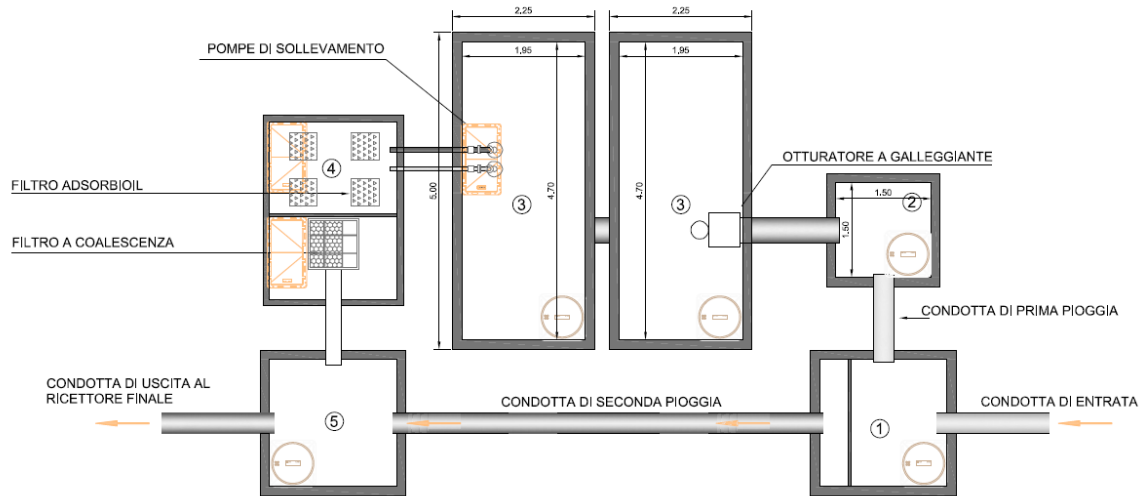


Figura 49: Pianta vasca di prima pioggia

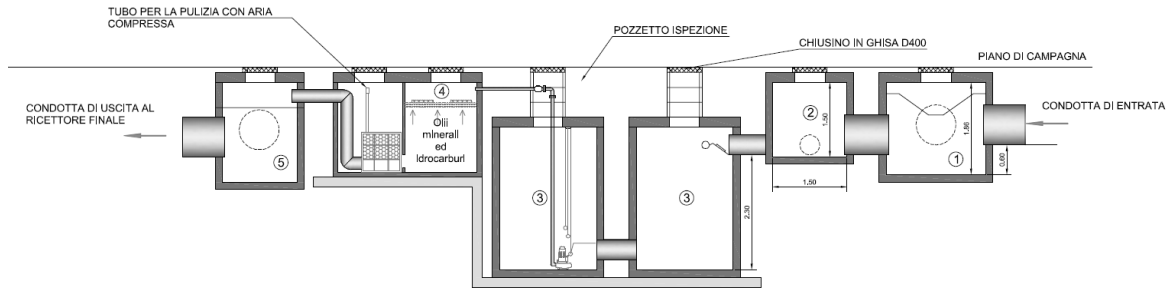


Figura 50: Sezione vasca di prima pioggia

18.1.6.4 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.

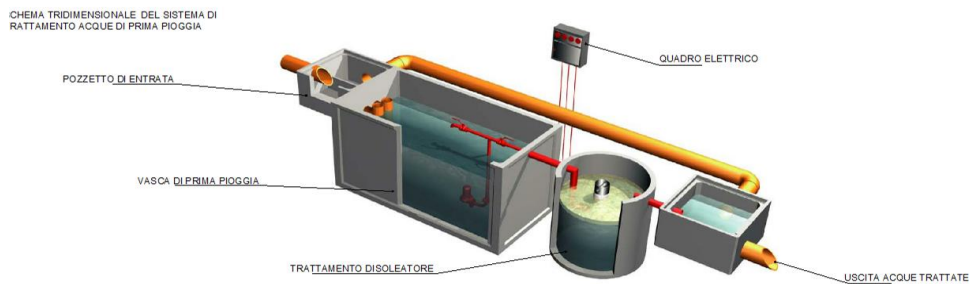




Figura 51: Schema funzionale del sistema "vasca di prima pioggia"

	GARA PER LA REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	Relazione generale	PAG. 202/299	

La vasca di accumulo è dimensionata per ricevere un quantitativo d'acqua pari a:

- superficie utile di strade e piazzali espressa in $m^2 \times 5 \text{ mm}$. 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 m^3 .

Cautelativamente è stato adottato un volume complessivo di accumulo/decantazione pari a 40 m^3 , 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)
<i>Disoleatore</i>
Classe I
(tenore max residuo 5 mg/l secondo DIN 1999) con filtro a coalescenza

18.1.6.5 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.

	GARA PER LA REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSIOLO	REV. 0	
	Relazione generale	PAG. 203/299	

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

$$V_t = g(\sigma_w - \sigma_o)D^2 / 18\eta_w$$

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
- $\sigma_w = 0.999$ 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
- $\eta_w = 0.017921$ poise, g/cm-sec. viscosità dell'acqua a 15°C

18.1.6.6 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 detersivi.

le dimensioni nominali (*Nominal Size o NS*) del separatore devono essere determinate con la seguente formula:

$$NS = (Q_r + f_x \cdot Q_s) / f_d$$

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 . 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
Combinazione	Fattore di densità f_d		
S II P	1	2	3
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 f_d 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 f_d cioè il fattore di densità cautelativamente pari al valore max fissato dalle norme, cioè 0,95 si ottiene:

$$NS = Q_r \times f_d = 1,04 \times 0,95 = 0.988 \text{ l/s}$$

Cautelativamente si adotta $N_s=5$

	GARA PER LA REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	Relazione generale	PAG. 205/299	

ne consegue che :

la superficie minima orizzontale in m^2 è stata calcolata con m^2 .

$$A_{\min} = 0,2 \times NS = 0,97$$

il volume minimo totale in m^3 è stato calcolato con $NS=2,42 m^3$.

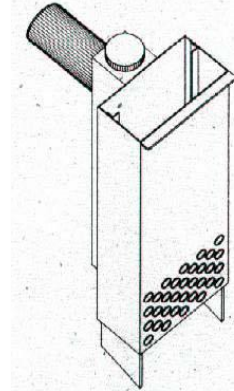
$$V_{\min} = H \times A = 0,5 \times$$

il volume per l'olio in m^3 è stato calcolato con m^3

$$V_{1 \min} = 0,03 \times NS = 0,14$$

18.1.6.7 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.

18.1.6.8 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.

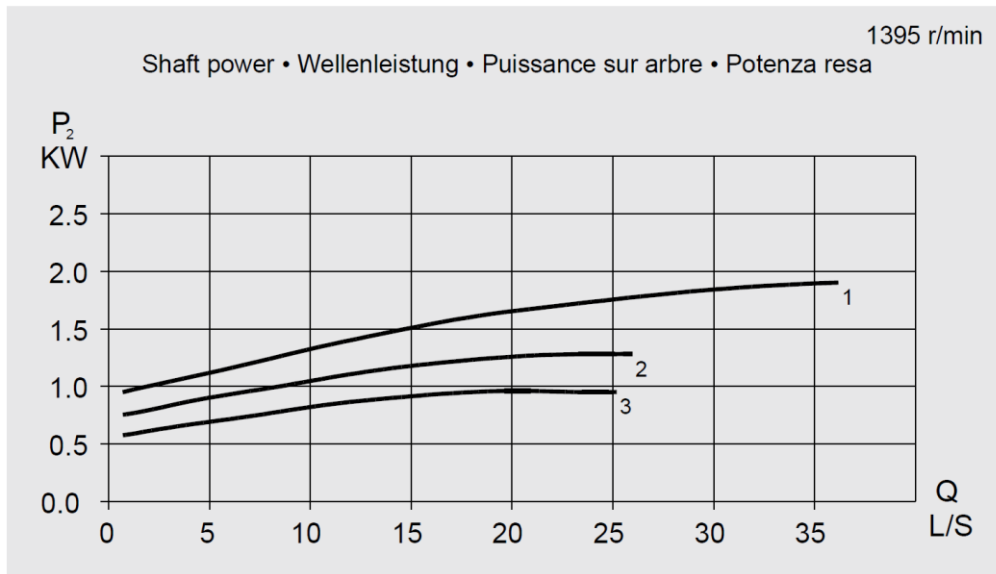


Figura 52: Diagramma Potenza- Portata

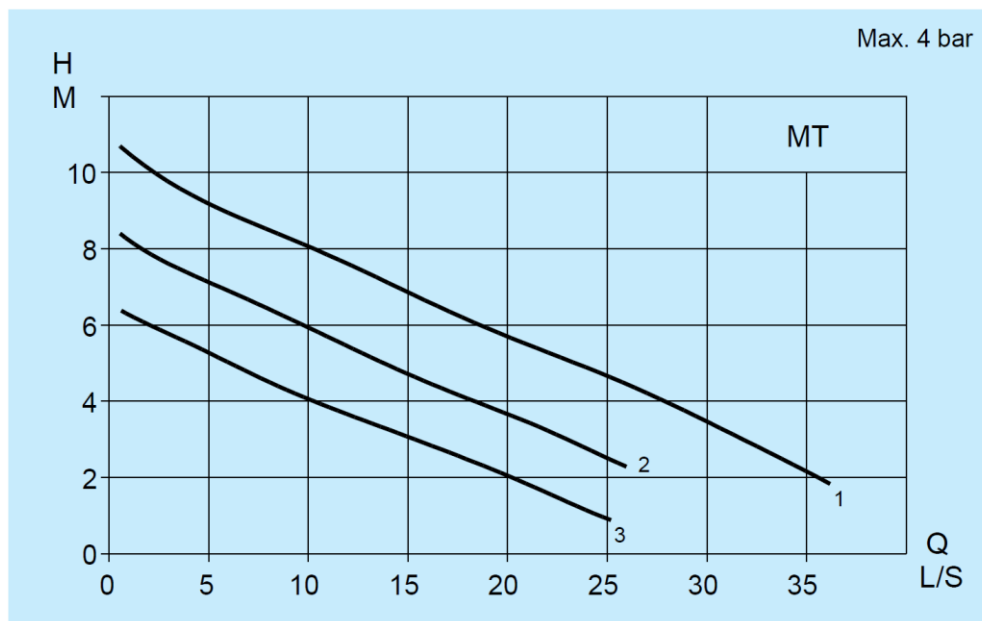


Figura 53: Diagramma Portata- Prevalenza

18.2 IMPIANTO DI PRODUZIONE, STOCCAGGIO E DISTRIBUZIONE ACQUA DEMINERALIZZATA

18.2.1 Caratteristiche dell'acqua in ingresso

L'impianto di desalinizzazione è alimentato con acqua industriale le cui caratteristiche chimico fisiche sono state ipotizzate in riferimento ai valori rilevati in letteratura e dovranno essere pertanto confermate con analisi precise.

18.2.2 Caratteristiche chimico fisiche ipotizzate

Parametri	max
Cloruri	390 mg/lit
Nitrati	30 mg/lit
Na ⁺	230 mg/lit
Ferro	assente
Manganese	assente
Solfati	75ppm
Calcio	60 ppm
Magnesio	25 ppm
SiO ₂	15ppm
Bicarbonati	120 ppm
TDS	946 ppm

18.2.3 Potenzialità impianto

L'impianto garantisce una produzione oraria di 4 m³/h con un funzionamento esteso sulle 24h

18.2.4 Caratteristiche attese dell'acqua in uscita

Parametri	Valore
pH	7
Durezza	0 °F
Conducibilità	< 0,2 μ

18.2.5 Descrizione della filiera impiantistica

La filiera impiantistica dell'impianto di trattamento delle acque demi sarà così strutturata:

Sezione iniziale di pre-trattamento

L'acqua industriale in ingresso all'impianto subisce un pretrattamento su membrane ad ultrafiltrazione in maniera da garantire un'acqua con un corretto valore di SDI in ingresso ai gruppi permeatori.

Sezione di desalinizzazione ad osmosi inversa doppio passo

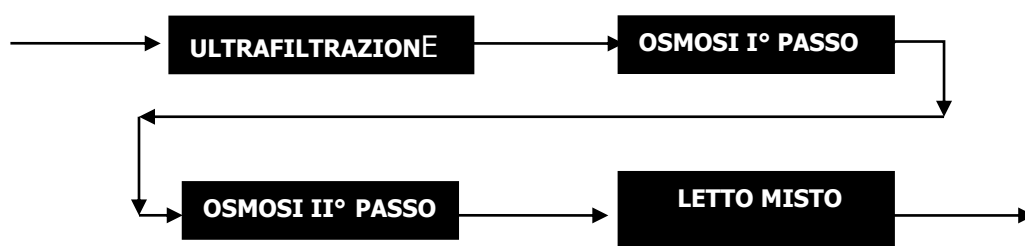
L'acqua pre-trattata subisce un condizionamento chimico con prodotto anticrostante, che impedisce la deposizione di sali di calcio e magnesio sui gruppi permeatori ad osmosi inversa. Successivamente l'acqua viene microfiltrata attraversando un filtro multi cartuccia per essere poi spinta ai gruppi di permeazione del primo e del secondo passo.

Prima dell'ingresso nel secondo passo di demineralizzazione l'acqua subisce una alcalinizzazione con dosaggio idrossido di sodio al fine innalzare il pH e eliminare la CO₂ presente nell'acqua, è presente un controllo di ph con centralina elettronica.

Sezione di affinamento su resine a scambio ionico a perdere

All'uscita dell'impianto di desalinizzazione ad osmosi inversa a doppio passo sono presenti due colonne di demineralizzazione a scambio ionico su resine a letto misto funzionanti l'una in alternativa all'altra.

Il sistema è dotato di un sistema automatico di valvole pneumatiche per gestire l'alternanza di funzionamento delle colonne.



18.2.6 Sezione di pre-trattamento

La sezione di pretrattamento iniziale è composta da:

- N°1+1 Elettropompa centrifuga orizzontale con motore normalizzato ad elevata efficienza per l'alimentazione del comparto di ultrafiltrazione realizzata in acciaio AISI304 con girante in acciaio inox AISI316

Caratteristiche tecniche:



- Portata massima: 10 m³/h
- Prevalenza: 3,5 bar
- Tensione: 400 V
- Velocità di rotazione: 2960 1/min
- Potenza: KW
- Rendimento min: 80%

Il gruppo pompe è corredato di:

- N°1 Gruppo valvole a farfalla di intercettazione realizzate in PVC e valvole di non ritorno
- N°1 +1 Manometri posti sulla mandata per la verifica del punto di lavoro
- N°1 Struttura di sostegno realizzata in acciaio al carbonio verniciato
- N°1 Misuratore di portata a rotore composto da elemento di misura da inserire nel fitting di installazione ed elettronica da pannello con display elettronico per la programmazione

Caratteristiche tecniche:

- Alimentazione: 85 – 260V
- Uscita: 4-20mA , Frequenza

	GARA PER LA REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	Relazione generale	PAG. 209/299	

- N°2+2 Trasduttori di pressione 4-20mA per il rilevamento il tempo reale della pressione ingresso e la pressione del permeato
 - Scala max di lettura: 0 – 100 bar
 - Attacchi al processo: AISI304
- N°2 Moduli composti ciascuno da n°2 gruppi membrane di ultrafiltrazione con riserva attiva a fibrocava del tipo outside-in con configurazione del tipo dead-end e/o cross flow in base alle esigenze, realizzate in PVDF con grado di filtrazione di 0,1 micron. La tipologia di membrane scelte permette di mantenere le membrane efficienti e pulite senza utilizzo di acqua di ultra filtrata, infatti le operazioni di lavaggio sono effettuate con l'introduzione di aria, l'unica acqua necessaria è quella occorrente per la diluizione prodotti chimici durante le operazioni di recovery clearing.

Caratteristiche tecniche per ciascun modulo:

- Numero membrane: 4
- Numero moduli: 2
- Area di passaggio per modulo: 156 m²
- Velocità di filtrazione: 55 l/mq/h a 10 NTU medi
- Portata per modulo: 8,25 m³/h
- Recupero: 97%
- Pressione massima: 5 bar
- TMP massima: 2 bar

Ciascun modulo di ultrafiltrazione è corredato di:

- N°1 Gruppo automatico valvole per la gestione delle fasi di lavoro, lavaggio e scarico realizzato con valvole a farfalla pneumatiche doppio effetto in PVC.
- *Piping* di interconnessione linea di ingresso acqua e linea di scarico realizzati in materiale con rack in PVC in maniera da rendere i tre moduli indipendenti l'uno da l'altro.



18.2.7 CIP lavaggio di emergenza con prodotti chimici

Costituito da:

- N° 2 Elettropompe dosatrici a membrana aventi le seguenti principali caratteristiche:

○ portata massima	lt/h	05
○ campo di regolazione	%	1-100
○ contropressione max.	kg/cm ²	10
○ tensione	Volt	220 Hz 50
- N° 2 Contenitori per lo stoccaggio della soluzione aventi le seguenti caratteristiche tecniche:

○ Esecuzione	Polietilene ad Alta densità	
○ Capacità	Lt	230
○ Diametro max.	mm.	680
○ Altezza	mm.	875
○ Dotati di contro vasca di sicurezza antisversamento		

	GARA PER LA REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	Relazione generale	PAG. 210/299	

- N° 2 Serie Accessori e Valvolame costituiti da:
 - n. 2 raccordi flessibili cad. mt 1,5
 - n. 1 valvola di iniezione contropressione
 - n. 1 filtro di aspirazione della soluzione con valvola di non ritorno

18.2.8 Sezione di desalinizzazione ad osmosi inversa doppio passo

La sezione è composta da:

Stazione di dosaggio prodotto antiscalante

La stazione di dosaggio per prodotto antiscalante sarà composta da:

- N° 1 Elettropompa dosatrice a membrana avente le seguenti principali caratteristiche:

○ portata massima	lt/h	05
○ campo di regolazione	%	1-100
○ contropressione max.	kg/cm ²	10
○ tensione	Volt	220 Hz 50
- N° 1 Contenitore per lo stoccaggio della soluzione aventi le seguenti caratteristiche tecniche:

○ Esecuzione	Polietilene ad Alta densità
○ Capacità	Lt 120
○ Diametro max.	mm. 440
○ Altezza	mm. 1.040
- N° 1 Serie Accessori e Valvolame costituiti da:
 - n. 2 raccordi flessibili cad. mt 1,5
 - n. 1 valvola di iniezione contropressione
 - n. 1 filtro di aspirazione della soluzione con valvola di non ritorno

L'aggiunta del prodotto avviene proporzionalmente alla quantità di acqua in entrata. Tale regolazione avviene posizionando l'apposito potenziometro posto sul frontale della pompa.

Il condizionante è a base di polimeri, la sua azione principale è di inibire la formazione di incrostazioni nel sistema ed è efficacissimo contro i carbonati di calcio, solfati di calcio, di bario, di stronzio ecc.



Inoltre non aderisce alle membrane sia cellulosiche sia spirali di poliammide e non è inquinante.

18.2.9 Microfiltrazione su filtri multicartuccia

Finalizzata alla filtrazione delle impurità sospese costituita da:

- N° 1 Filtro Multicartuccia da 30" delle seguenti caratteristiche:

○ Pressione d'esercizio:	max 8 bar
○ Pressione di collaudo:	max 28 bar
○ Temperatura di impiego:	max 90°
○ Attacchi:	D. 1 1/2"
○ Chiusura:	V clamp in acciaio inox aisi 304

	GARA PER LA REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	Relazione generale	PAG. 211/299	

- Guarnizione: 0-ring in Buna N
 - Sfiato: 3/8"
 - Drenaggio grezzo e filtrato: 1/2"
 - Portata con cartucce in pp m³/h 10
 - Esecuzione: Acciaio Inox AISI 316
 - Finitura superficiale: Interno lucidatura chimica, esterno lucidatura meccanica
- N° 3 Cartucce in polipropilene *Melt Blown* intercambiabili atte alla filtrazione delle impurità
 - Materiale: agglomerato di microfibre in polipropilene senza additivi
 - Dimensioni: diametro esterno mm. 64
 - diametro interno mm. 25
 - Lunghezza: 30" (25,4 mm.)
 - Grado di filtrazione: 5 micron
 - Efficienza: 96% minima
 - N°2 Manometri per il controllo delle perdite di carico in ingresso uscita filtrazione
 - Scala di lettura: 0 – 6 bar

18.2.10 Osmosi inversa I° passo

Caratteristiche tecniche

- Portata acqua in ingresso m³/h 7,1
- Portata permeato m³/h 4,70
- Recovery % 60 circa
- Pressione di esercizio bar 8
- Salinità in uscita mg/lt 10,2

La sezione è principalmente costituita dalle seguenti componenti:

Gruppo di spinta e distribuzione



- N°1+1 Elettropompe centrifughe verticali ad alta pressione aventi le seguenti caratteristiche:

Caratteristiche tecniche

- Esecuzione Corpo Pompa Acciaio AISI316
- Portata: m³/h 10
- Prevalenza mandata Bar 10
- Potenza assorbita Kw 4
- Giri minuto 1/min 2900
- Alimentazione 400 Volts 50 Hz

Tubazioni di distribuzione:

- Alta pressione Inox AISI 304
- Basse pressioni PVC
- Ausiliari PVC
- N°1 Elettrovalvola con attuatore pneumatico per la chiusura/apertura

	GARA PER LA REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSIOLO	REV. 0	
	Relazione generale	PAG. 212/299	

Gruppo di permeazione

- N° 6 Membrane osmotiche aventi le seguenti caratteristiche :
 - Tipo 8" Pollici
 - Materiale poliammide thin film composite
 - alta reiezione alta/bassa pressione
 - Configurazione: Spirale avvolta
 - Temp.di esercizio 10-35 °C

- N° 1 Vessels :
 - Tipo PRFV
 - Diametro 8"
 - Numero posti 6

Gruppo di misura pressione

- N°3 Manometri per il controllo della pressione in ingresso/uscita ai gruppi permeatori
 - Tipo: a bagno di glicerina
 - Scala di lettura: 0 – 20 bar
 - Attacchi al processo: AISI316

- N°1 Pressostato di sicurezza per la segnalazione mancanza di acqua in ingresso ai gruppi
 - permeatori o di eccessiva pressione

- N° 2 Trasduttori di pressione con segnale 4-20mA per la segnalazione della pressione di esercizio in ingresso ai gruppi permeatori o di eccessiva pressione

Gruppo di misura della portata

-
- N°3 Misuratori di portata a rotore ciascuno composto da elemento di misura da inserire nel *fitting* di installazione ed elettronica da pannello con display elettronico per la programmazione

Caratteristiche tecniche:

- Alimentazione: 85 – 260V
- Uscita: 4-20mA , Frequenza

Gruppo di misura della conducibilità

- N°1 Analizzatore conduttivimetrico elettronico digitale, dotato di display a led di visualizzazione ed interfaccia operatore con programma di visualizzazione istantanea della conducibilità mod. C7635

Caratteristiche tecniche

- Campo di misura: 0 - 200µS
- Uscite: 4-20 mA
4 contatti SPDT
Controllo On-Off

- N°1 Sonda di conducibilità per letture in linea mod. SI301

18.2.11 Stazione di dosaggio per la correzione e controllo pH

La stazione di dosaggio per la correzione e controllo pH sarà composta da:

- N°1 Analizzatore pH elettronico digitale, dotato di display di visualizzazione ed interfaccia operatore con programma di visualizzazione istantanea del pH mod. PH7635

Caratteristiche tecniche

- Campo di misura: 0 – 14
- Accuratezza: < 0,01
- Uscite: 4-20 mA
4 contatti SPDT
Controllo On-Off
- N°1 Elettrodo combinato pH/ORP per letture in linea mod SZ165
- N° 1 ElettroPompa dosatrice a membrana avente le seguenti principali caratteristiche:
 - portata massima lt/h 05
 - campo di regolazione % 1-100
 - contropressione max. kg/cm² 10
 - tensione Volt 220 Hz 50
- N° 1 Contenitore per lo stoccaggio della soluzione aventi le seguenti caratteristiche tecniche:
 - Esecuzione Polietilene ad Alta densità
 - Capacità Lt 120
 - Diametro max. mm. 440
 - Altezza mm. 1.040
- N° 1 Serie Accessori e Valvolame costituiti da:
 - n. 2 raccordi flessibili cad. mt 1,5
 - n. 1 valvola di iniezione contropressione
 - n. 1 filtro di aspirazione della soluzione con valvola di non ritorno



18.2.12 Osmosi inversa II° passo

Caratteristiche tecniche

- Portata acqua in ingresso m³/h 4,70
- Portata permeato m³/h 4
- Recovery % 85
- Pressione di esercizio bar 11,6
- Salinità totale ingresso mg/lt 10,2
- Salinità totale uscita ppm 0,65

Gruppo di spinta e distribuzione

- N°1+1 Elettropompe centrifughe verticali ad alta pressione aventi le seguenti caratteristiche:

	GARA PER LA REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	Relazione generale	PAG. 215/299	

- Uscita: 4-20mA , Frequenza

Gruppo di misura della conducibilità

- N°1 Analizzatore conduttivimetrico elettronico digitale dotato di display a led di visualizzazione ed interfaccia operatore con programma di visualizzazione istantanea della conducibilità per acqua ultrapura C7685.001

Caratteristiche tecniche

- Campo di misura: 0 – 0,5 μ S
- Accuratezza: < 0,01
- Uscite: 4-20 mA
4 contatti SPDT
Controllo On-Off
- N°1 Sonda di conducibilità per letture in linea dotato di termo compensazione PT100 Mod. SI308T

La sezione di desalinizzazione sarà completamente assemblata su *skid* portante realizzato in acciaio



18.2.13 Sezione di affinamento su resine a scambio ionico a perdere

La sezione è composta da:

- N°1+1 Serbatoio cilindrico verticale a fondi bombati. Realizzato Poliestere ed armato con fibra di vetro composto da:
 - Distributore superiore frangiflusso
 - Diffusore inferiore a raggera
 - Base di appoggio complete di piastre
- N°3+3 Batteria di valvole a farfalla lug complete di attuatore pneumatico a doppio effetto con corpo in ghisa rilisnizzata e lente inox AISI316 installate su tubazioni realizzate in PVC-U PN16

Caratteristiche generali:

- Corpo: Rivestimento integrale in Epossidico (spessore 100 micron) elimina completamente il problema della ruggine sia sulle superfici interne (nei confronti del quale, grazie al bassissimo coefficiente di attrito, si comporta come una boccia) che su quelle esterne.
- Albero: l'albero passante in Aisi 316 consente una perfetta tenuta sia dalla superficie di contatto disco-sede sia dalla presenza di un apposito o-ring.
- Disco: il profilo di tenuta a settore sferico garantisce un più elevato gradi di tenuta diminuendo nel contempo la coppia di azionamento richiesta. Il rivestimento in Epossidico previene fenomeni di corrosione in presenza di minerali aggressivi tipo cloruri ecc.

	GARA PER LA REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	Relazione generale	PAG. 216/299	

- Sede : ancorata al corpo con profili a coda di rondine è facilmente sostituibile. Il profilo esterno rende inutile l'uso di guarnizioni mentre il profilo interno di contatto con il disco assicura una perfetta tenuta lungo lo stelo.
- Attuatore pneumatico a doppio effetto: rotante a 90° gradi. Sistema di tenuta guida sul pistone con attrito idrodinamico. Sistema di lubrificazione dei perni striscianti a deposito For Life. Movimenti ammortizzati alle estremità. Superficie di scorrimento lappate ed anodizzata. Superficie esterna in alluminio anodizzato

Le batterie filtranti saranno strutturate in maniera da far funzionare i filtri o singolarmente l'uno in alternanza all'altro o in serie .

- Lt 500 + 500 resina a scambio ionico per letto misto ad esaurimento
- Resina anionica/cationica
- Matrice copolimero di stirene
- N°2+2 Manometri per il controllo delle pressione in mandata ed uscita dalle colonne a letto misto
 - Scala 0 - 10 bar

Gruppo di misura della conducibilità

- N°1 Analizzatore conduttivimetrico elettronico digitale dotato di display a led di visualizzazione ed interfaccia operatore con programma di sualizzazione istantanea della conducibilità per acqua ultrapura C7685.001



Caratteristiche tecniche

- Campo di misura: 0 – 0,5 μ S
- Accuratezza: < 0,01
- Uscite: 4-20 mA
4 contatti SPDT
Controllo On-Off
- N°1 Sonda di conducibilità per letture in linea dotato di termo compensazione PT100
 - Mod. SI308T

18.2.14 Sezione quadro elettrico di gestione e controllo

18.2.14.1 Quadro elettrico di gestione e controllo

Quadro elettrico di distribuzione e comando realizzato in struttura metallica in acciaio al carbonio verniciato al forno, con porte frontali e sul retro, completo di pannelli interni preforati e profili DIN per il montaggio delle apparecchiature, grado di protezione IP 55.

	GARA PER LA REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	Relazione generale	PAG. 217/299	

Il quadro è completo di:

- interruttore generale automatico a 400 V magnetotermico per la protezione e il sezionamento del quadro, completo di manovra, blocco porta, bobina di sgancio e switch di sicurezza montati a fine corsa sulle porte del quadro stesso;
- derivazione dei circuiti ausiliari completa di sezionatori e trasformatore di sicurezza; ogni utenza sarà dotata di circuito ausiliario a bassa tensione e composto da: selettore a più posizioni, spie di segnalazione, relè ausiliari, temporizzatori e contaore dove richiesto e quant'altro necessario per il normale funzionamento;
- derivazioni per alimentazione di potenza ognuna completa di:
 - interruttore magnetotermico a protezione motori
 - contattore di adeguato dimensionamento
 - morsettiera numerata
 - cavi di cablaggio
- derivazioni per alimentazione e segnale strumentazione di misura;
- le linee sono protette a monte da interruttore generale magnetotermico; l'interruttore è derivato dalle linee principali tramite un trasformatore primario/secondario protetto a monte e valle da sezionatori portafusibili e dotato di protezioni contro le sovratensioni
- pannello verticale per l'installazione degli strumenti per il controllo e la regolazione del processo (pH, Conducibilità, termometri, trasmettitori di portata ecc.)
- linea di alimentazione del PLC (controllore logico programmabile) che viene descritto in altra specifica.
- Sistema di gestione dell'impianto a mezzo PLC (Controllore Logico Programmabile) tipo Siemens S7 o similare dotato di pannello operatore touch-screen

18.2.15 Gruppo di flussaggio/lavaggio osmosi inversa

Il gruppo di flussaggio sarà composto da:

- N°1 Serbatoio cilindrico verticale a fondo conico per lo svuotamento totale completo di telaio di supporto realizzato in acciaio inox realizzato in PLT ad alta densità.

Dimensioni

- Larghezza: 450 mm
- Lunghezza: 450 mm
- Altezza: 1.335 mm
- Volume: 200 lt

- N°1 Pompa centrifuga orizzontale normalizzata a girante e corpo inox AISI316



Caratteristiche tecniche

- Portata: 8 m³/h
- Prevalenza: 18 mca
- Potenza: 0,75 kW
- Tensione: 400V

- N° 1 Filtro Multicartuccia da 30" comprendente:

Caratteristiche tecniche per singolo filtro:

- Pressione d'esercizio: max 8 bar

	GARA PER LA REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	Relazione generale	PAG. 218/299	

- Pressione di collaudo: max 28 bar
- Temperatura di impiego: max 90°
- Attacchi: D. 1 1/2"
- Chiusura: V clamp in acciaio inox aisi 304
- Guarnizione: O-ring in Buna N
- Sfiato: 3/8"
- Drenaggio grezzo e filtrato: 1/2"
- Portata con cartucce in pp m³/h 9
- Esecuzione: Acciaio Inox AISI 316
- Finitura superficiale: Interno lucidatura chimica, esterno lucidatura meccanica
- N° 3 Cartucce in polipropilene Melt Blown intercambiabili atte alla filtrazione delle impurità
 - Materiale: agglomerato di microfibre in polipropilene senza additivi
 - Dimensioni: diametro esterno mm. 64
diametro interno mm. 25
 - Lunghezza: 30" (25,4 mm.)
 - Grado di filtrazione: 5 micron
 - Efficienza: 96% minima
- Circuito ausiliario di lavaggio completo di valvole a sfera di intercettazione e raccorderia idraulica

18.2.16 Linee elettriche ed idrauliche e pneumatiche

Le linee elettriche, saranno realizzate, a seconda delle esigenze impiantistiche e della normativa vigente tramite cavo N07V-K, N1VV-K e FROR non propagante l'incendio (CEI 20-22 II), non propagante la fiamma (CEI 20-35) ed a contenuta emissione di gas corrosivi in caso di incendio (CEI 20-37 I) di adeguata sezione per le linee 380V RST+N, 220V e 24V; tramite cavo coassiale RG 58 50 □ o similare, per le linee della strumentazione di controllo e comando.



Linee elettriche

Le linee elettriche saranno canalizzate e distribuite mediante tubazioni, guaine spiralate, raccordi e cassette di derivazione stagne. Tutte le canalizzazioni saranno realizzate in polimero plastico autoestinguento a media resistenza, per temperature da -5°C a +75°C, resistente agli aggressivi chimici più comuni, con grado di protezione IP55 e IP56, colore grigio RAL 7035.

Linee idrauliche

Le linee idrauliche, composte da tubazioni, raccorderia varia, valvole a sfera, etc..., saranno realizzate in polimero plastico ad alta resistenza chimica e meccanica.

- Tubazioni, in polivinilcloruro rigido, per condotte di fluidi in pressione, PN16, a norme UNI 7441/75, tipo 313 di colore grigio scuro RAL 7011.
- Tubazioni, di diametro opportuno, in polivinilcloruro e polietilene flessibile PN16, di colore neutro trasparente.
- Raccorderia in polivinilcloruro rigido ed eventuali O-Ring in EPDM, PN10 e PN16, di colore grigio, realizzata secondo le norme UNI EN 29002 ISO 9002.
- Valvole, con asta di comando, corpo valvola, sfera, manicotti, ghiere e supporto della guarnizione della sfera in polivinilcloruro rigido, maniglia in HIPVC,



	GARA PER LA REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
Relazione generale		PAG. 219/299	

guarnizione dell'asta di comando e O-Ring in EPDM, guarnizione della sfera in PTFE, PN10 e PN16, colore grigio e arancio, realizzate secondo le norme serie III ISO 7508 e DIN 3441.

- Giunzioni delle tubazioni e della raccorderia in polivinilcloruro rigido tramite incollaggio secondo: ISO 727, DIN 8063, UNI 7442/75.

Linee pneumatiche

Linee pneumatiche composte da tubazioni realizzate in nylon, polietilene, rilsan ad alta resistenza chimica e meccanica, PN10; raccorderia varia, valvole a sfera, etc..., realizzate in materiale metallico OT58 UNI 5705.

	GARA PER LA REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSIOLO	REV. 0	
	Relazione generale	PAG. 220/299	

18.3 IMPIANTO DI PREVENZIONE E CONTRASTO INCENDI

Il presente capitolo ha lo scopo d'illustrare le soluzioni tecniche che si intende adottare per la prevenzione incendi relative agli interventi di adeguamento e potenziamento di cui al presente progetto definitivo.

Specificatamente alla tipologia d'impianti installati, rimangono confermate, come attività soggette al controllo del Corpo dei Vigili del Fuoco, ai sensi del D.P.R. 1 agosto 2011, n. 151, quelle sotto elencate:

- 006 Rete di trasporto di gas combustibili (pressione d'esercizio superiore a 5bar)
- 012 Depositi e/o rivendite di liquidi infiammabili e/o combustibili e/o oli lubrificanti, diatermici, di qualsiasi derivazione, di capacità geometrica complessiva superiore a 1 m³;
- 034 Depositi di carta, cartoni e prodotti cartotecnici, archivi di materiale cartaceo, biblioteche, depositi per la cernita della carta usata, di stracci di cascami e di fibre tessili per l'industria della carta, con quantitativi in massa superiori a 5.000 kg;
- 036 Depositi di legnami da costruzione e da lavorazione, di legna da ardere, di paglia, di fieno, di canne, di fascine, di carbone vegetale e minerale, di carbonella, di sughero e di altri prodotti affini con quantitativi in massa superiori a 50.000 kg con esclusione dei depositi all'aperto con distanze di sicurezza esterne superiori a 100 m;
- 044 Stabilimenti, impianti, depositi ove si producono, lavorano e/o detengono materie plastiche, con quantitativi in massa superiori a 5.000 kg;
- 049 Gruppi per la produzione di energia elettrica sussidiaria con motori endotermici ed impianti di cogenerazione di potenza complessiva superiore a 25 kW;
- 074 Impianti per la produzione di calore alimentati a combustibile solido, liquido o gassoso con potenzialità superiore a 116 kW.

L'ubicazione planimetrica dei locali interessati alle attività sopra menzionate è desumibile dai disegni planimetrici che sono parte integrante del presente progetto.

Le nuove installazioni impiantistiche appariranno alle medesime tipologie di quelle dell'impianto esistente. Per questa ragione, il presente progetto prevede d'impiegare sistemi di prevenzione e contrasto della stessa tipologia di quelli esistenti.



È pertanto prevista una rete acqua antincendio uniformemente distribuita e realizzata ad aree sezionabili.

Il locale d'installazione del turbogruppo sarà dotato di sistema automatico di rilevamento della temperatura e di adeguate attrezzature di spegnimento incendi.

Per le altre zone dell'impianto, i presidi antincendio saranno costituiti da idranti a cassetta e da bombole di CO₂ e a polvere chimica di tipo portatile manualmente o carrellate.

Si individuano i seguenti sottosistemi:

- Stazione di pressurizzazione e pompaggio acqua antincendio
- Rete generale di distribuzione acqua antincendio
- Attrezzature di pronto intervento
- Impianti di rilevazione e segnalazione.

	GARA PER LA REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSIOLO	REV. 0	
	Relazione generale	PAG. 221/299	

18.3.1 Documenti di riferimento

Leggi, decreti, circolari ministeriali

- *D.P.R. 27 aprile 1955 n.547* "Norme per la prevenzione infortuni";
- Circolare del Ministero degli Interni n.91 del 14 settembre 1961 "Norme di sicurezza per la progettazione contro il fuoco dei fabbricati a struttura in acciaio destinati ad uso civile" (applicabile per quanto concerne criteri e tabelle);
- *Legge n.121 del 27 marzo 1969* "Impiego di contenitori fissi e mobili non metallici per la lavorazione, l'immagazzinamento, l'impiego ed il trasporto degli oli minerali e loro derivati"
- *D.M. 16 febbraio 1982* "Modifica del D.M. 27 settembre 1965 concernente la determinazione delle attività soggette alle unità di prevenzione incendi e successivi chiarimenti";
- *Decreto 20 dicembre 1982* "Norme tecniche e procedurali relative agli estintori di incendio portatili soggetti all'approvazione del tipo da parte del Ministero dell'Interno e successive integrazioni e/o chiarimenti";
- *Decreto 30 novembre 1983* "Termini, definizioni generali e simboli D.P.R. 29 luglio 1982 n.577 "Approvazione del regolamento concernente l'espletamento dei servizi di prevenzione e vigilanza antincendio";
- Legge n.818 del 7 dicembre 1984 "Nulla osta provvisorio per le attività soggette ai
- controlli di prevenzione incendi, modifica degli artt. 2 e 3 della L. 4 marzo 1982, n. 66, e norme integrative dell'ordinamento del Corpo nazionale dei vigili del fuoco"
- D.M. 19 marzo 1990 "Norme alternative su contenitori/distributori mobili";
- Decreto Legislativo n.626 del 19 settembre 1994 (recepimento direttive CE riguardanti misure per la tutela della salute e per la sicurezza dei lavoratori durante il lavoro);
- D.P.R. n.37 del 12 gennaio 1998 "Regolamento recante disciplina dei procedimenti
- relativi alla prevenzione incendi, a norma dell'articolo 20, comma 8, della legge 15 marzo 1997, n. 59"
- D.M. n.64 del 10 marzo 1998 "Criteri generali di sicurezza antincendio e per la gestione dell'emergenza nei luoghi di lavoro".
- D.P.R. 1 agosto 2011, n. 151 "Regolamento recante disciplina dei procedimenti relativi alla prevenzione incendi, a norma dell'articolo 49 comma 4-quater, decreto-legge 31 maggio 2010, n. 78, convertito con modificazioni, dalla legge 30 luglio 2010, n. 122
- Nuovo regolamento di prevenzione incendi - d.P.R. 1 agosto 2011, n. 151



18.3.1.1 Normativa italiana

- Comitato Elettrotecnico Italiano
 - CEI 20.22 prova di cavi non propaganti l'incendio;
 - CEI 64.2 impianti elettrici nei luoghi con pericolo di esplosione o di incendi;
- Concordato Italiano Incendi - Norme d'installazione e costruzione per gli impianti automatici di rilevazione incendi;
- ISPESL – Tutte le norme di pertinenza;
- ENPI – Tutte le norme di pertinenza.

18.3.1.2 Altre normative

- UNI 9485 – Normativa di riferimento per idranti a colonne soprasuolo di ghisa
- UNI 9487 – Normativa di riferimento per tubazioni flessibili antincendio
- UNI 9489 – Normativa di riferimento per impianti di estinzione automatica a pioggia
- UNI 9490 – Normativa di riferimento per pompe antincendio

La presente sezione ha lo scopo d'illustrare la consistenza e le soluzioni tecniche adottate per la prevenzione incendi nella sezione di nuova realizzazione. Si prevede il massimo riuso, compatibilmente con gli obiettivi di ottenimento del nuovo CPI, dell'impiantistica esistente.

	GARA PER LA REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	Relazione generale	PAG. 222/299	

18.3.2 Descrizione generale

L'ubicazione planimetrica dei locali interessati alle attività sopra menzionate è desumibile dai disegni planimetrici che sono parte integrante del presente progetto.

Dal punto di vista impiantistico, le varie parti dell'impianto sono disposte in aree distinte. In particolare, il ciclo di utilizzo del combustibile è ubicato in una propria isola funzionale comprendente:

- Termoutilizzatore
- Linea trattamento fumi
- Stoccaggio scorie di combustione
- Trasporto e stoccaggio ceneri di caldaia
- Trasporto e stoccaggio residui trattamento a secco dei fumi
- Stoccaggio e dosaggio reagenti trattamento a secco dei fumi
- Stoccaggio e dosaggio ammoniaca per abbattimento SCR
- Il camino della nuova linea.

Una seconda linea funzionale, separata dalla precedente da una strada, comprende la sezione di trasformazione e recupero energetico.

In questa isola funzionale sono ubicati:

- Condensatore vapore
- Locale turbogeneratore e ciclo termico
- Locale quadri elettrici, trasformatori e gruppo elettrogeno

I depositi per lo stoccaggio del combustibile utilizzato dall'impianto è dislocato in posizione decentrata rispetto alle due isole funzionali sopra descritte, essendo ubicato sul lato Sud dell'impianto.

Il controllo/comando delle parti d'impianto aggiuntive è previsto dalla sala controllo.

18.3.2.1 Criteri generali per la progettazione delle installazioni antincendio.

È stata prevista una nuova rete acqua antincendio, uniformemente distribuita nella zona interessata dalle nuove installazioni e realizzata ad aree sezionabili. Tale nuova rete è idraulicamente connessa con parte di quella esistente asservita alle due linee che verranno dismesse.

La zona stoccaggio dei rifiuti combustibili è già dotata di un sistema antincendio rientrante nel CPI delle due linee esistenti. Per tale ambito si prevedono eventuali interventi di *revamping* / adeguamento finalizzati all'armonizzazione con la nuova rete e sistema antincendio.



18.3.2.2 Individuazione delle attività soggette al controllo di prevenzione incendi

Di seguito vengono individuate le attività, tra quelle svolte all'interno dell'impianto in oggetto, soggette a controllo di prevenzione incendi, ai sensi del D.M. 16/02/1982 e smi.

Attività principale

- Termovalorizzatore Rifiuti
 - Impianti per la produzione del calore alimentati a combustibile gassoso con potenzialità superiore a 100.000 Kcal/h

Attività secondarie

	GARA PER LA REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	Relazione generale	PAG. 223/299	

- Deposito di liquidi infiammabili per uso industriale per capacità geometrica complessiva da 0,5 a 25 m³.
- Centrale termoelettrica.
- Gruppi di produzione di energia elettrica sussidiaria con motore endotermico di potenza complessiva superiore a 100 KW.
- Locali adibiti a depositi di materiali vari con superficie lorda superiore a 1000 mq e fino a 4000.

Ai fini dell'applicazione delle normative di prevenzione incendi l'impianto non rientra nel campo di applicazione della Circolare n° 73 del 29.9.1971 lett. f) in quanto i rifiuti trattati superano 1 ton/giorno, e pertanto classificabile quale impianto di processo inserito in ciclo di lavorazione industriale.

Sono altresì individuate attività secondarie complementari all'attività principale, correlate al ciclo di lavorazione.

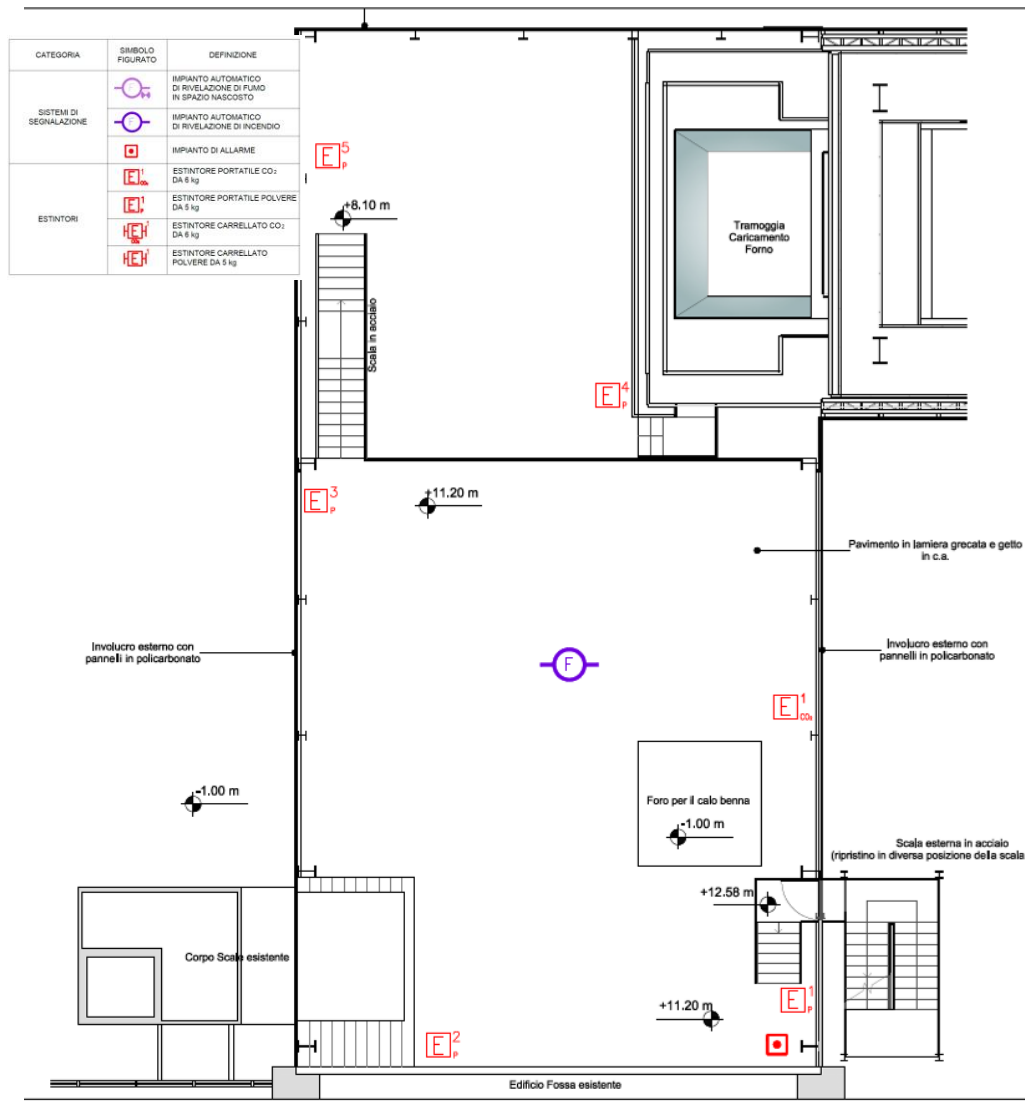
Per consentire l'intervento dei mezzi di soccorso dei Vigili del Fuoco, è di primaria importanza l'avvicinamento del mezzo all'edificio con la massima rapidità al fine di non ritardare eccessivamente le operazioni di spegnimento; la viabilità di accesso all'area avrà i seguenti requisiti minimi, in riferimento alla Lettera Circolare 27030/4122/1 del 21.10.1974 :

- Larghezza : ml. 3,5
- Altezza libera : ml. 4
- Raggio di volta : ml. 13
- Pendenza : non superiore al 10%
- Resistenza al carico : almeno 20 t (8 sull'asse anteriore e 12 sull'asse posteriore; passo ml.)

18.3.3 Identificazione aree impianto con relativa misura protettiva.

18.3.3.1 Edificio stoccaggio combustibile

Comparto di trasferimento combustibile



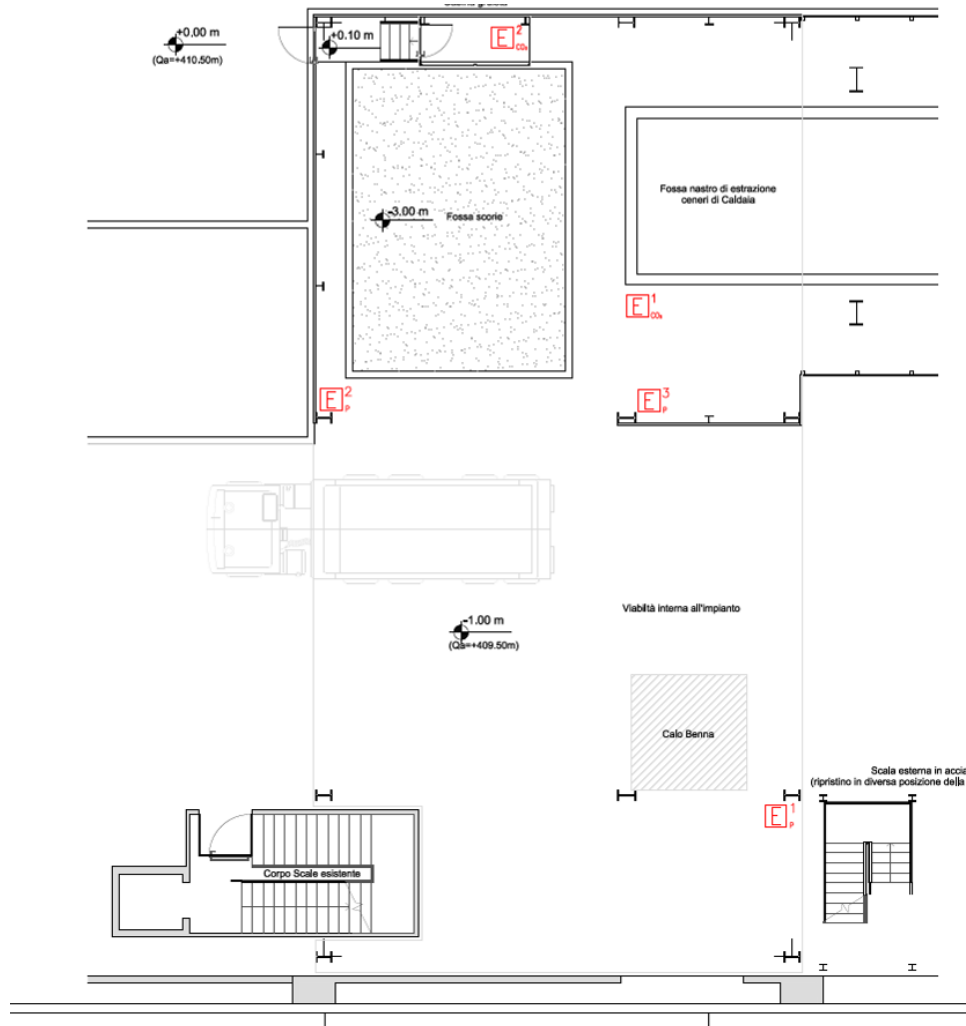
Rivelazione incendi di nuova installazione:

- sensori termici (cavo termosensibile) lungo la via di corsa del carroponete in ampliamento;
- sistema visivo (telecamere installate in modo tale da assicurare la sorveglianza di tutta la superficie del tunnel in ampliamento);
- Rivelatori di fumo nella zona in ampliamento.

Estinzione di nuova installazione:

- Impianto water-spray sulla bocca della tramoggia alimentazione forno, che viene attivato manualmente qualora si verificano ritorni di fiamma lungo il canale di alimentazione;
- Protezione esterna con idrante UNI70;
- Estintori portatili;

Comparto stoccaggio scorie



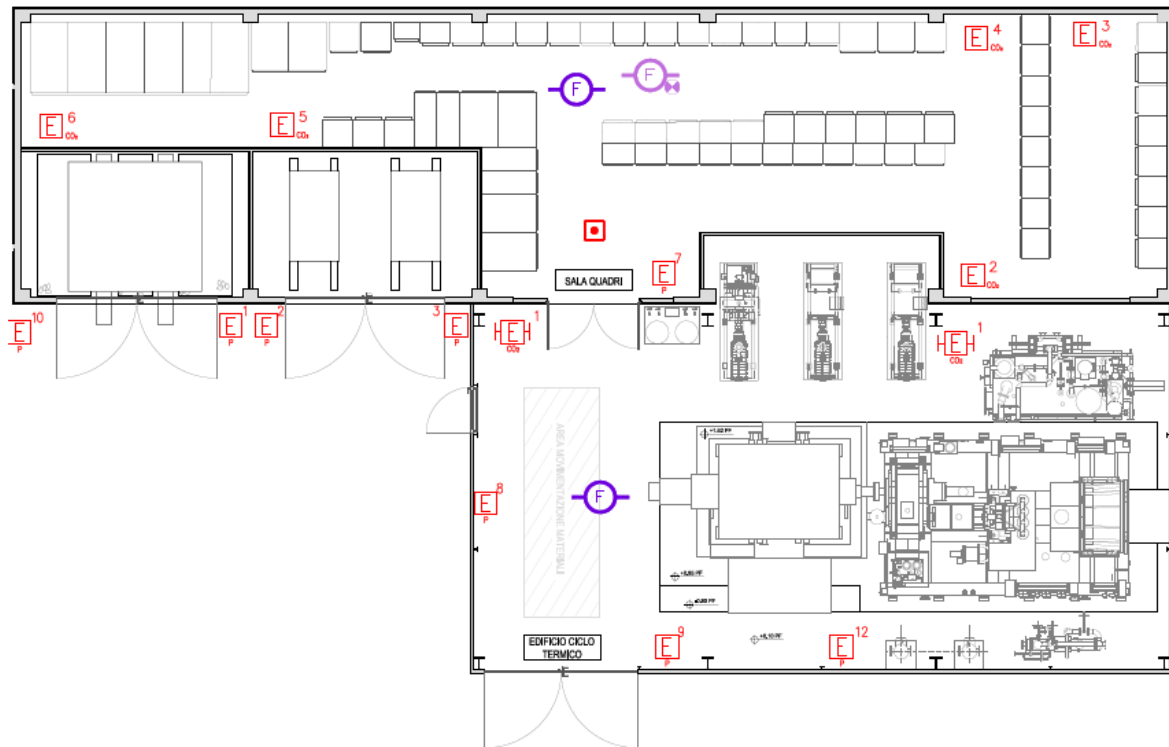
- Estintori portatili:
 - n°3 estintori a polvere con capacità estinguente minima di 34A-144BC
 - n°2 estintore a CO2 con capacità estinguente minima di 113BC di cui uno nella cabina gruista

18.3.3.2 Forno caldaia

Riguardo ai dispositivi antincendio e le prevenzioni disponibili nell'area si prevede quanto segue:

- Estinzione:
 - Protezione esterna con idranti UNI70;
 - n°22 estintori a polvere con capacità estinguente minima di 34A-144BC disposti lungo i piani di calpestio della caldaia.

18.3.3.3 Edificio ciclo termico e produzione energia elettrica



Locale trasformatore elevatore MT/MT:

- Rivelazione:
 - Rivelatori di fumo e calore
- Estinzione:
 - Protezione esterna con idranti UNI70
- Estintori:
 - n°4 estintori portatili a polvere con capacità estinguente minima di 34A-144BC in prossimità dei due trasformatori M.T/B.T.

Per il locale turbina:

- Rivelazione:
 - Rivelatori di fumo
- Estinzione:
 - Protezione esterna UNI70
 - Protezione interna con due idranti UNI45
- Estintori:
 - n°2 estintori carrellati a CO2 da 50 Kg
 - n°3 estintori portatili a polvere con capacità estinguente minima di 34A-144BC.

Per i locali quadri e locale batterie:

- Rilevazione:
 - Rilevatori di fumo sia in ambiente che sottopavimento
- Estinzione:
 - n°1 estintori a polvere con capacità estinguente minima di 34A-144BC

- n°5 estintori a CO2 con capacità estinguente minima di 113BC

Area condensatore ed aree esterne all'edificio ciclo termico:

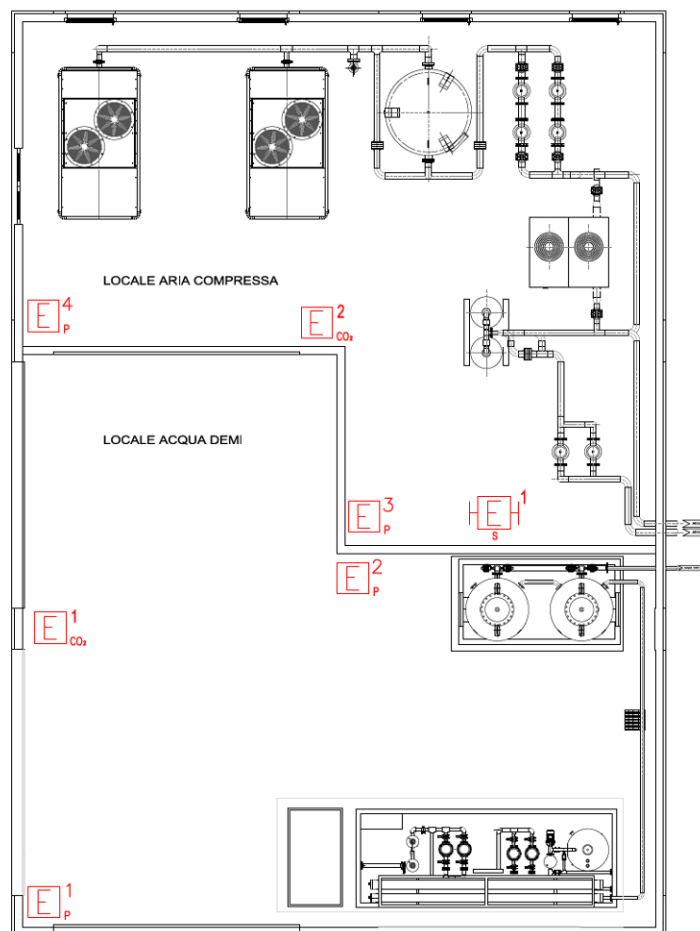
- Estinzione:
 - Protezione esterna con idranti UNI70;
 - n°10 estintori a polvere con capacità estinguente minima di 34A-144BC.

18.3.3.4 Linea fumi



Riguardo ai dispositivi antincendio e le prevenzioni disponibili nell'area si prevede quanto segue.

- Estinzione:
 - Protezione esterna con idranti UNI70
- Estintori portatili:
 - n°16 estintori a polvere con capacità estinguente minima di 34A-144BC

18.3.3.5 Locale acqua demi e aria compressa





Locale con impianto di demineralizzazione acqua

	GARA PER LA REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
Relazione generale		PAG. 229/299	

- Estintori portatili:
 - n°2 estintori a polvere con capacità estinguente minima di 34A-144BC
 - n°1 estintore a CO2 con capacità estinguente minima di 113BC

Locale aria compressa

- n°2 estintori a polvere con capacità estinguente minima di 34A-144BC
- n°1 estintore a CO2 con capacità estinguente minima di 144BC
- n°1 gruppo mobile a schiuma (media espansione) completo di carrello, lancia schiuma, miscelatore, fusto schiuma da 100kg

	GARA PER LA REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	Relazione generale	PAG. 230/299	

19. IL SISTEMA DELLA VIABILITA'

Alla luce della nuova impostazione di *lay out* è stata effettuata una analisi del sistema di mobilità interna dei mezzi necessari per lo svolgimento delle varie funzioni.

In particolare in fase di esercizio il sistema di mobilità interna all'impianto, per come è stato strutturato il nuovo *lay out*, è caratterizzato principalmente da:

1. A/R dei mezzi che conferiscono i rifiuti da termovalorizzare/pretrattare;
2. A/R dei mezzi che conferiscono i RSO;
3. A/R dei mezzi che conferiscono/smaltiscono vari reagenti/PSR/*fly-ash*
4. A/R dei mezzi smaltimento scorie

L'analisi dei predetti flussi, riassunta nella immagine di pagina seguente, evidenzia la totale assenza di interferenze nella gestione, anche in contemporanea, degli stessi.

La soluzione prospettata, dalla quale si evidenzia una pressoché totale assenza di interferenze, costituisce elemento di fondamentale importanza in fase gestionale sia sotto il profilo della sicurezza per gli operatori addetti che sotto quello della più generale operatività dell'impianto.

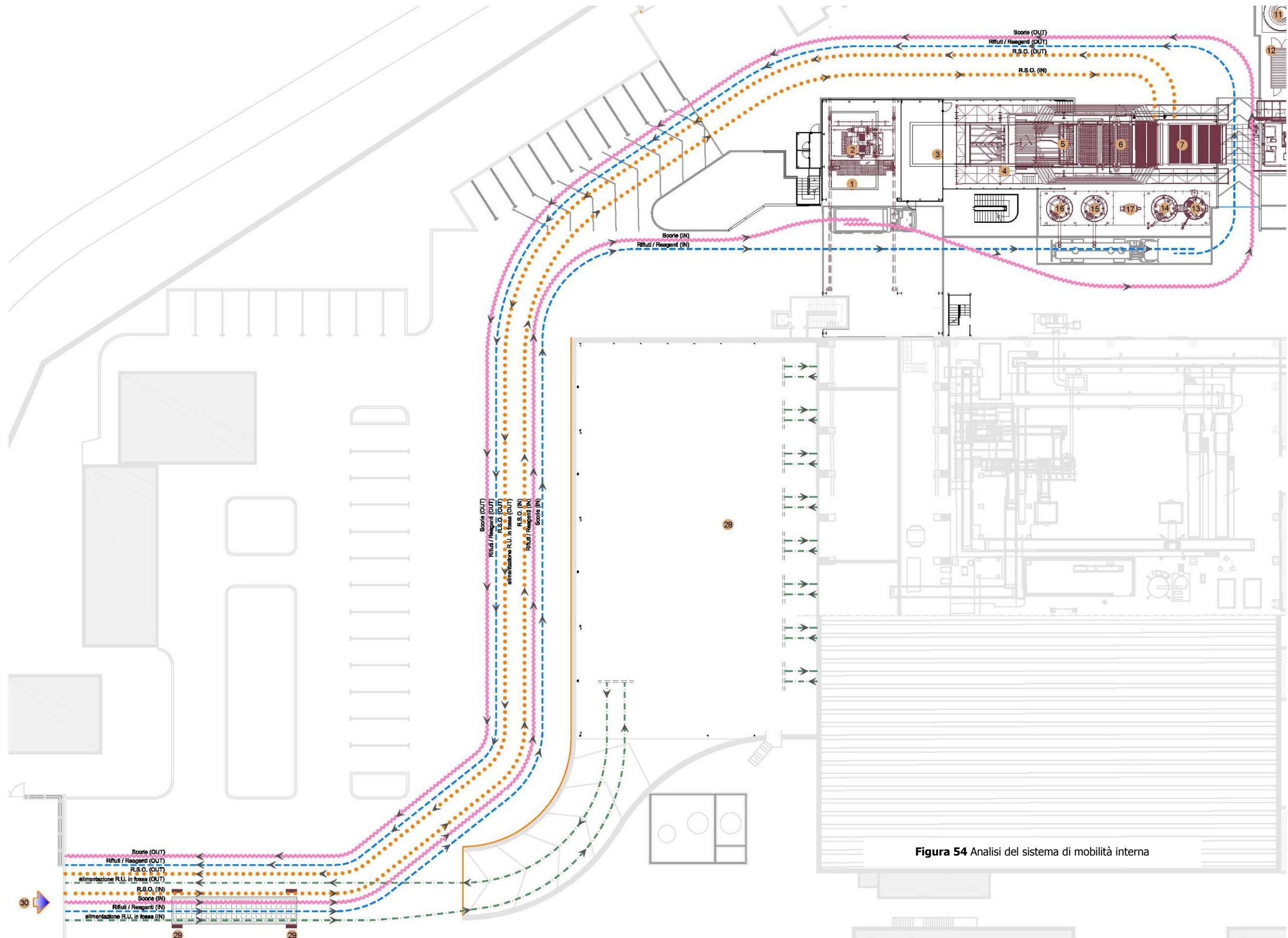




Figura 54 Analisi del sistema di mobilità interna

	GARA PER LA REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	Relazione generale	PAG. 232/299	

20. OPERE CIVILI – EDIFICI

20.1 GLI EDIFICI DI PROCESSO E GLI EDIFICI CIVILI

I criteri informativi che sin dall'inizio hanno guidato le scelte tecniche e gestionali del presente progetto sono riconducibili essenzialmente a:

- rispetto delle indicazioni generali contenute nel progetto preliminare della Stazione Appaltante
- definizione del *lay out* per determinare condizioni operative e gestionali ottimizzate
- massima affidabilità tecnica dell'impianto;
- minimizzazione dell'impatto ambientale (emissioni in atmosfera, clima acustico, ciclo acque improntato al riuso, esposizione visuale, arredo vegetazionale, eccetera);
- massimizzazione della produzione energetica ai fini della minimizzazione dell'impatto ambientale, nel quadro della garanzia di affidabilità dell'impianto;
- attenzione per determinare le più idonee condizioni operative e di sicurezza per il personale addetto;
- scelta della giusta altezza del camino sulla base di diverse simulazioni modellistiche;
- analisi di tutte le sorgenti sonore ai fini di una simulazione del nuovo clima acustico a valle dei nuovi interventi.
- Previsione di una linea fumi estremamente compatta, *allinone*, di elevatissima efficienza e caratterizzata da modesti consumi energetici e di reagenti. I generosi dimensionamenti lasciano ampi margini di manovra in fase gestionale.



Il progetto proposto inoltre è stato attentamente studiato anche sotto il profilo architettonico e dell'inserimento nello specifico contesto dell'area vasta al contorno. All'uopo sono state effettuate numerose simulazioni di foto inserimento dell'impianto nello specifico contesto ambientale di riferimento.

Il materiale usato per i tamponamenti perimetrali degli edifici e della maggior parte delle componenti elettromeccaniche sono stati scelti in relazione alle diverse esigenze:

1. Realizzare una parete completamente chiusa;
2. Realizzare una parete traslucida ai fini dell'illuminazione naturale
3. Realizzare una parete semplicemente schermante, che consentisse il naturale ricambio d'aria.

La combinazione delle tre diverse tipologie di tamponamento sopra descritto è stata effettuata per garantire:

- a) un aspetto architettonico più gradevole;
- b) un corretto impiego in relazione alle funzioni della parte tamponata;
- c) un totale confort per le parti di impianto esposte alle intemperie e soggette ad attività manutentive.

Come detto in precedenza, le categorie di intervento civile da realizzare, sono le seguenti:

- A. Edifici esistenti da recuperare e potenziare;**
- B. Demolizioni;**
- C. Nuovi edifici;**

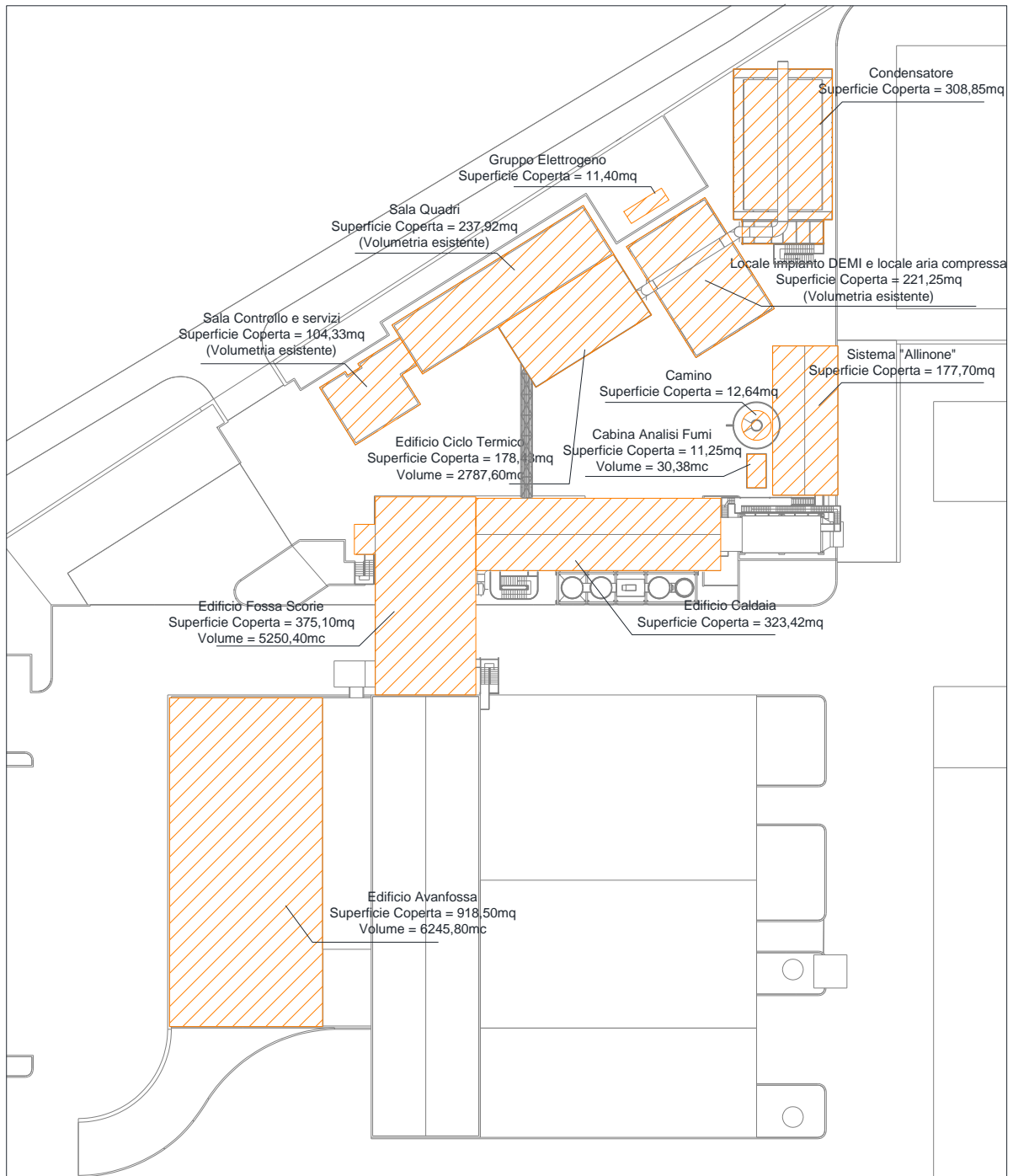


Figura 55 Schema planimetrico di sintesi con il calcolo delle superfici coperte e delle volumetrie dell'intervento (le volumetrie non riguardano i manufatti tecnologici)



Legenda:

- Ambiti ed edifici di progetto
- Edificio Avanfossa _____ 1
 - Edificio Fossa Scorie _____ 2
 - Cabina gruista e servizi igienici _____ 3
 - Edificio Forno-Caldaia _____ 4
 - Silos stoccaggio (ceneri, carboni attivi, bicarbonati, P. S. R.) _____ 5
 - Betrofiltro _____ 6
 - Sistema Allinone _____ 7
 - Camino _____ 8
 - Locale impianto D.B.M. _____ 9
 - Locale impianto aria compressa _____ 10
 - Edificio Ciclo Termico _____ 11
 - Sala Quadri _____ 12
 - Trasformatori BT/MT _____ 13
 - Trasformatore MT/MT _____ 14
 - Sala Controllo _____ 15
 - Condensatore _____ 16
 - Gruppo elettrogeno di emergenza _____ 17
 - Piazzale esterno _____ 18
 - Cabina analisi fumi _____ 19

Figura 56 Planimetria generale degli interventi di progetto

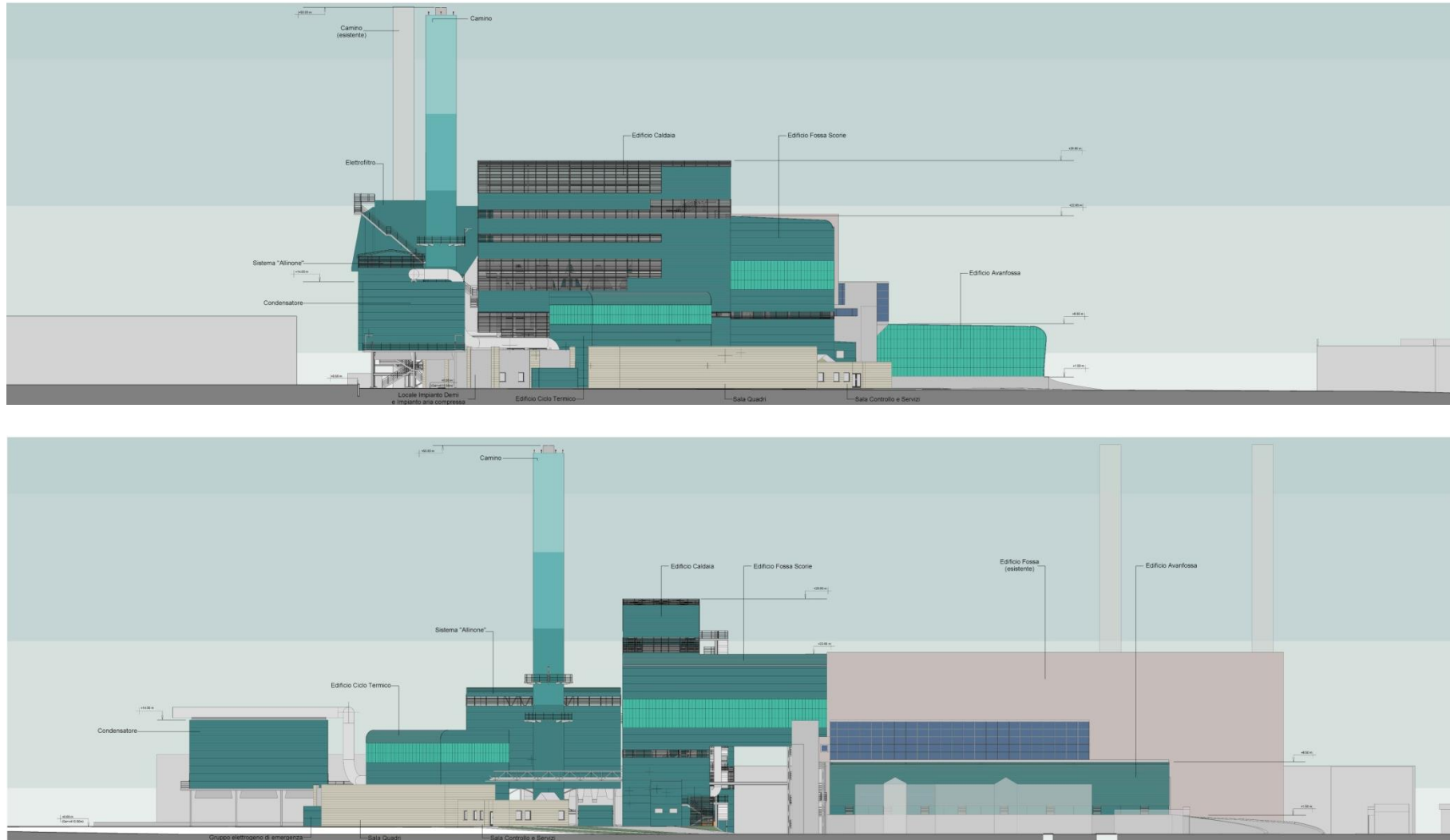


Figura 57 Prospetti generali intervento di progetto

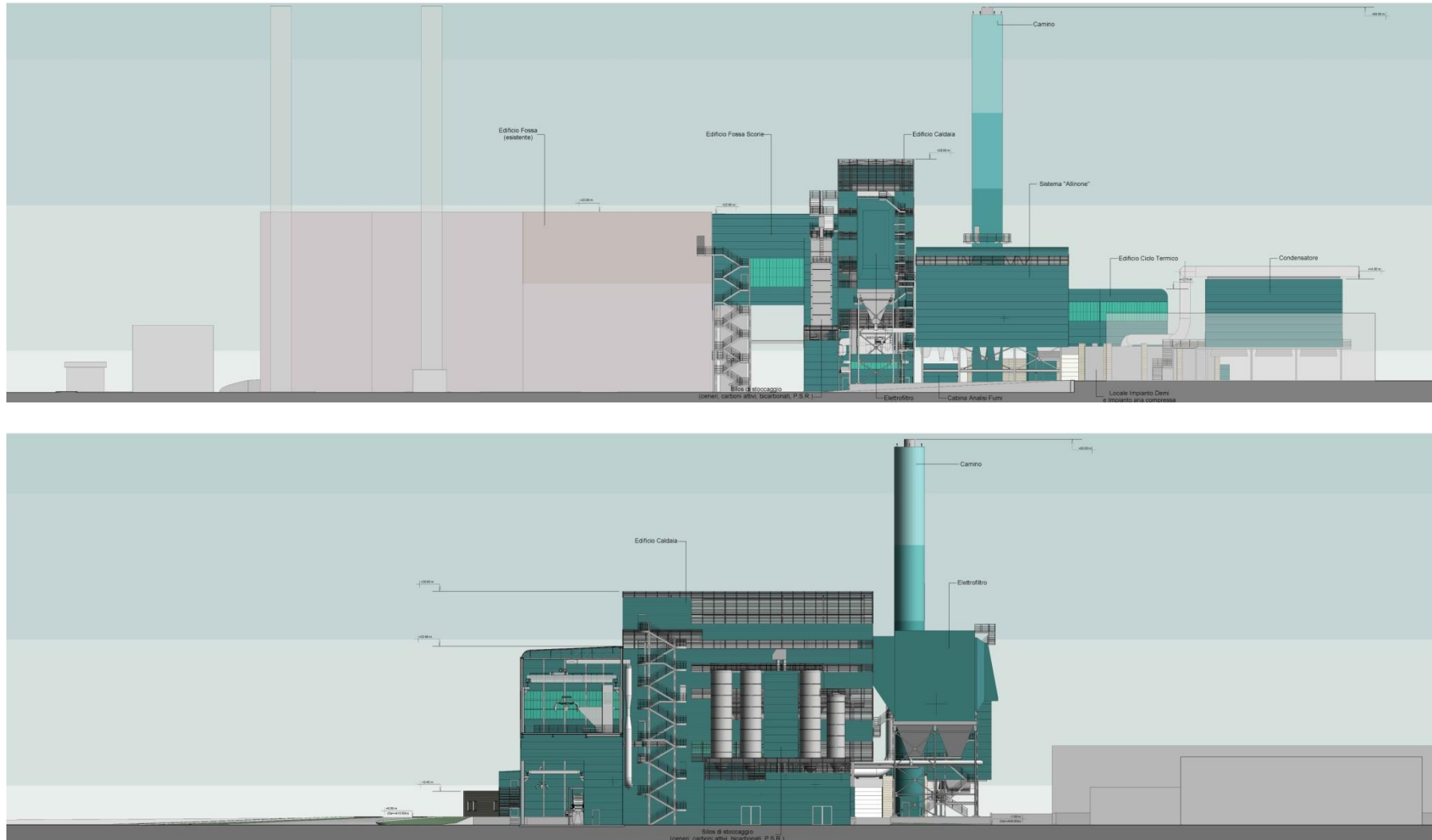


Figura 58 Prospetti generali intervento di progetto

20.2 A. EDIFICI ESISTENTI DA RECUPERARE E POTENZIARE:

Edificio servizi.

Tale edificio allo stato attuale è adibito a uffici e servizi igienici ed è affiancato all'Edificio Autorimessa descritto al punto seguente.



Figura 59 Planimetria Edificio Servizi – stato attuale

Si tratta di un fabbricato civile monopiano fuori terra di circa 100 m² in struttura a ossatura portante in cemento armato, con finiture prefabbricate di facciata su tonalità chiare a strisce orizzontali bianche e ocra.

La copertura è piana con manto di impermeabilizzazione con guaina ardesiata. Anteriormente è situata una tettoia a protezione dell'ingresso con porticina. L'edificio è dotato di finestre sui lati Nord, Sud ed Ovest.

Internamente le finiture sono di medio livello civile, tipiche di un fabbricato destinato ad uso uffici con pavimentazione interne in piastrelle ceramiche e partizioni interne con tavolati in muratura.

L'edificio è dotato dei basilari impianti tecnici (elettrico, termo-idraulico, rete telefonica ed internet).



Figura 60 Vista dell'Edificio Servizi e dell'Autorimessa- stato attuale

Il progetto prevede una sua ristrutturazione ed utilizzazione come Sala Controllo dotata di servizi igienici per il personale, non costruendo ulteriori volumetrie ma utilizzando quelle esistenti.

Si prevede quindi una demolizione dei tramezzi divisorii interni, lasciando inalterate le strutture portanti e tutte le aperture, ottenendo quindi un "open-space" da adibire interamente alle attività di gestione e controllo dell'Impianto.

Saranno ripristinate le porzioni di intonaco e di pavimento interessate dalle opere di demolizione, con riprese di continuità alle finiture esistenti (intonaco, tinteggiatura, pavimentazione).

Tutti gli impianti esistenti saranno da integrare con la nuova destinazione d'uso attraverso modesti interventi di allaccio.

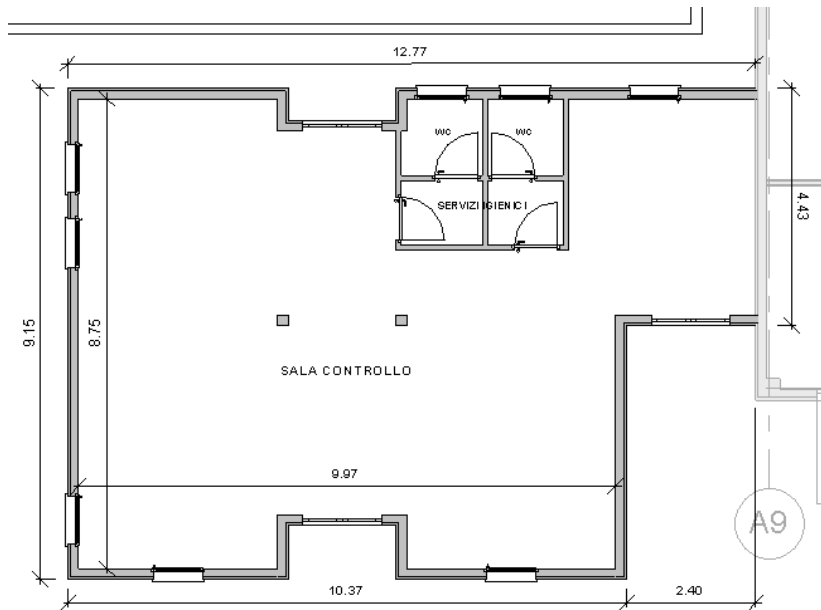


Figura 61 Pianta Edificio Sala controllo – stato di progetto

Autorimessa

Si tratta di un edificio rettangolare molto allungato di circa 15 m di lunghezza per 3.5 m di profondità e circa 4 m di altezza posto in contiguità con l'edificio servizi descritto al precedente punto.

Anche questo fabbricato esistente è in struttura a ossatura portante in cemento armato con finiture esterne dello stesso tipo dell'edificio servizi.

La copertura è piana con manto di impermeabilizzazione in guaina ardesiata.

L'edificio è privo della facciata anteriore e su tale lato sono presenti ampie aperture per permettere facilmente l'ingresso e l'uscita degli automezzi.



Figura 62 Edificio Autorimessa – stato attuale

Le finiture sono di grande semplicità con pavimentazione industriale in battuto di cemento.

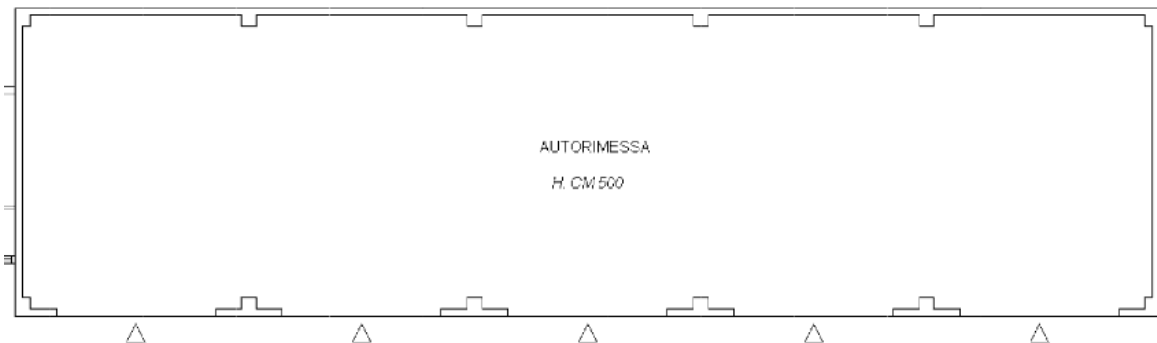


Figura 63 Pianta Edificio Autorimessa – stato attuale

Nella proposta di progetto l'edificio sarà utilizzato principalmente come sala quadri MCC e locali Trafo, in stretta connessione con l'Edificio Ciclo Termico di nuova realizzazione.

Saranno realizzate nuove tramezzature in laterizio intonacate al civile su ambo i lati, per definire i nuovi locali e per chiudere parte delle ampie aperture esistenti. Sarà realizzato poi un pavimento flottante nella sala quadri, installati nr. 2 portoni in lamiera e griglie di areazione per i locali Trafo, e nr. 1 portone di connessione con l'edificio Ciclo Termico.

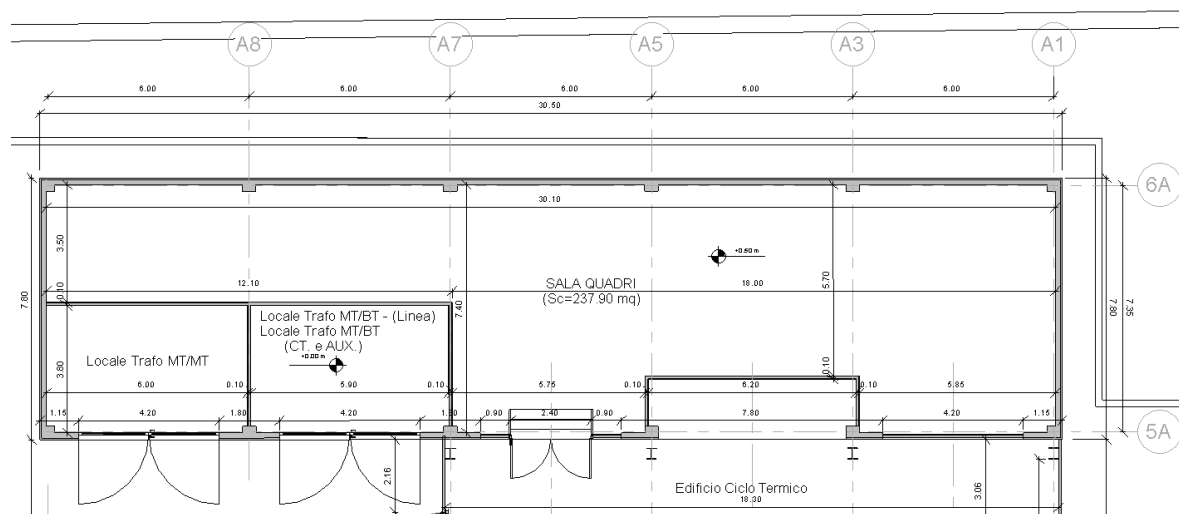
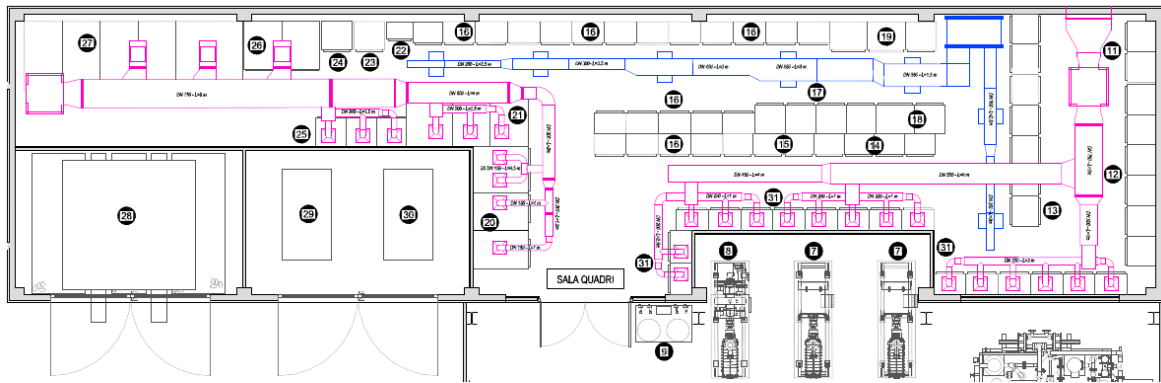






Figura 64 Pianta Edificio Autorimessa – stato di progetto

Di notevole importanza è la sistemazione impiantistica necessaria per l'estrazione aria descritta in dettaglio negli elaborati elettromeccanici e nelle relazioni specifiche e di cui si riporta di seguito una immagine esplicativa.



Impianto di estrazione aria	Descrizione
	Cappa di estrazione calore N°28 - DN100
	Portata: 1350 m³/h Sezione principale: 460x200 n°3
	Ventilatore di estrazione n°2
	DN 100 - L _{tot} = 0 m DN 800 - L _{tot} = 90 m DN 400 - L _{tot} = 1 m DN 100 - L _{tot} = 6 m DN 300 - L _{tot} = 2 m DN 200 - L _{tot} = 10 m DN 100 - L _{tot} = 14 m




Impianto di condizionamento aria	Dati di progetto
	Collettore motocondensanti Portata: 10500 m³/h
	Portata bocchette: 1500 m³/h n° bocchette = 14
	DN 800 - L _{tot} = 6 m DN 400 - L _{tot} = 3 m DN 300 - L _{tot} = 6 m DN 200 - L _{tot} = 6,5 m

Figura 65 Pianta Edificio Autorimessa estrazione e condizionamento – stato di progetto

Edificio officina

L'edificio attualmente adibito ad officina è un fabbricato rettangolare di circa 6 m x 8.5 m per 6 m di altezza.

Anch'esso è un edificio a ossatura portante in C.A. con copertura piana rivestita con manto ardesiato.



Figura 66 Edificio Officina – stato attuale

Anche per questo edificio le finiture esterne sono analoghe a quelle dei due fabbricati precedenti esistenti (Edificio Servizi ed Autorimessa).

L'edificio si presenta con due grandi aperture sulla facciata principale atte all'ingresso ed all'uscita di automezzi di grandi dimensioni.

All'interno le finiture sono di grande semplicità, tipiche di un edificio industriale con pavimento in battuta di cemento attualmente in un discreto stato di conservazione.

Accanto all'officina vi sono altri locali separati da tramezzature: un magazzino, uno spogliatoio con annesso servizio igienico.



Figura 67 Pianta Edificio Officina – stato attuale

Nel progetto si prevede di riadattare la struttura trasformandola in locali tecnici atti ad alloggiare i prodotti chimici, il locale compressori e l'impianto di produzione acqua demineralizzata (impianto DEMI).

Si prevede quindi la demolizione delle tramezzature esistenti con ripristino delle eventuali discontinuità di finitura e la realizzazione di nuove tramezzature in laterizio intonacate su ambo i lati che dividono l'edificio in due porzioni ad "L".

Tutte le aperture esistenti, compreso la piccola tettoia a protezione dell'ingresso dell'attuale magazzino, verranno lasciate inalterate ed a queste saranno aggiunti nr.2 portoni industriali.

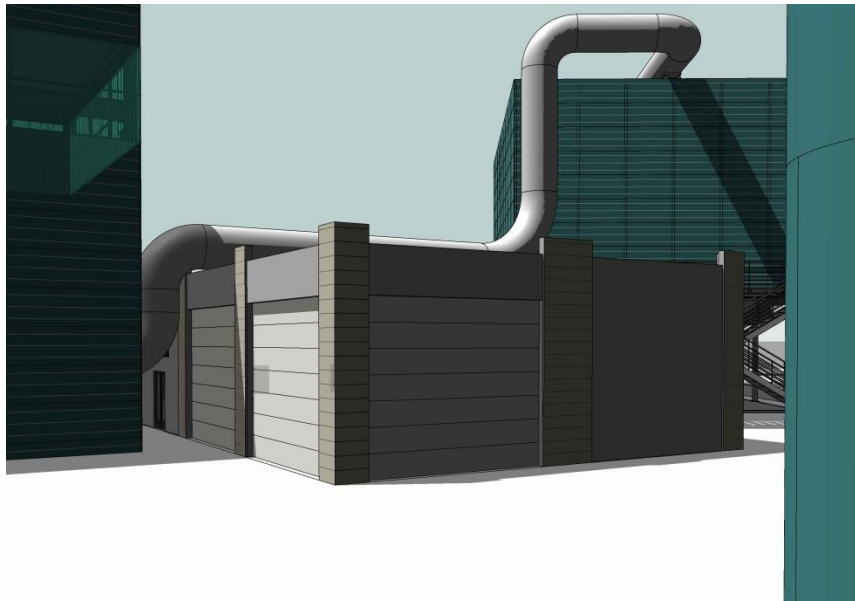


Figura 68 Prospettiva dell' Edificio Officina inserito nel contesto di progetto tra l'Edificio Ciclo Termico ed il condensatore

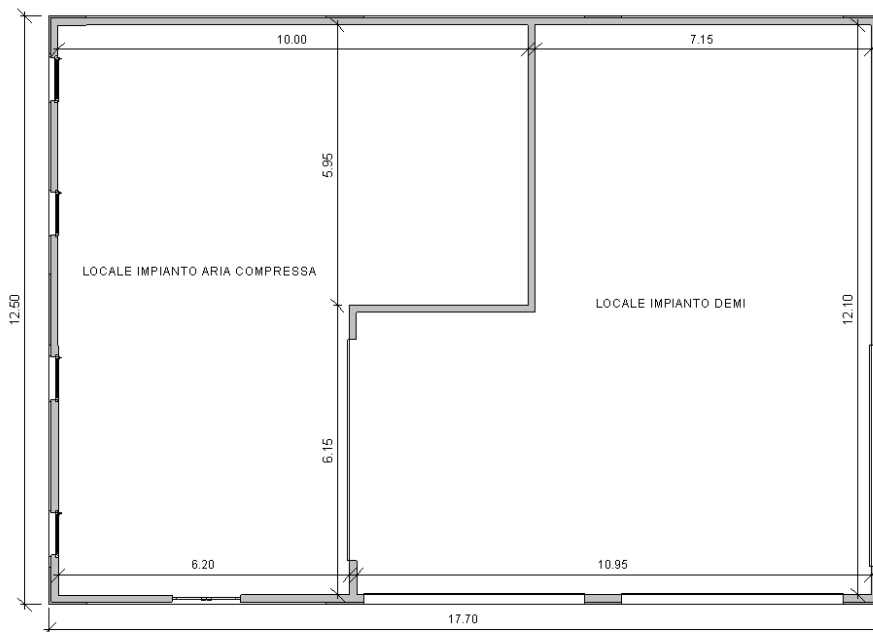


Figura 69 Pianta Edificio Officina – stato di progetto

Edificio Fossa

Nel complesso di tutto l'edificio industriale dedicato alle attuali linee di trattamento preliminare dei rifiuti e trattamento termico dei sovralli, in posizione antistante per chi entra nel sito Tossilo, ovvero nella porzione Ovest dell'edificio, si trova la Fossa rifiuti.

Tale porzione dell'edificio ha una dimensione di circa 12 x 6.5 m e un'altezza complessiva di circa 25 m.



Figura 70 Edificio Fossa – stato attuale

Internamente è presente la fossa di accumulo rifiuti, vasca in C.A. della profondità di circa 6 m, rispetto al piano di scarico posto a +3.65 m rispetto alla quota del piazzale antistante.

La vasca è suddivisa in due parti da un setto trasversale in C.A.



Figura 71 Edificio Fossa: la vasca di raccolta dei rifiuti – stato attuale

Superiormente l'edificio è sostanzialmente vuoto per permettere il transito del carro ponte.

L'edificio presenta un tamponamento nella porzione superiore; sul lato Nord tale tamponamento dovrà essere parzialmente demolito per permettere il prolungamento delle vie di corsa del carroponete.

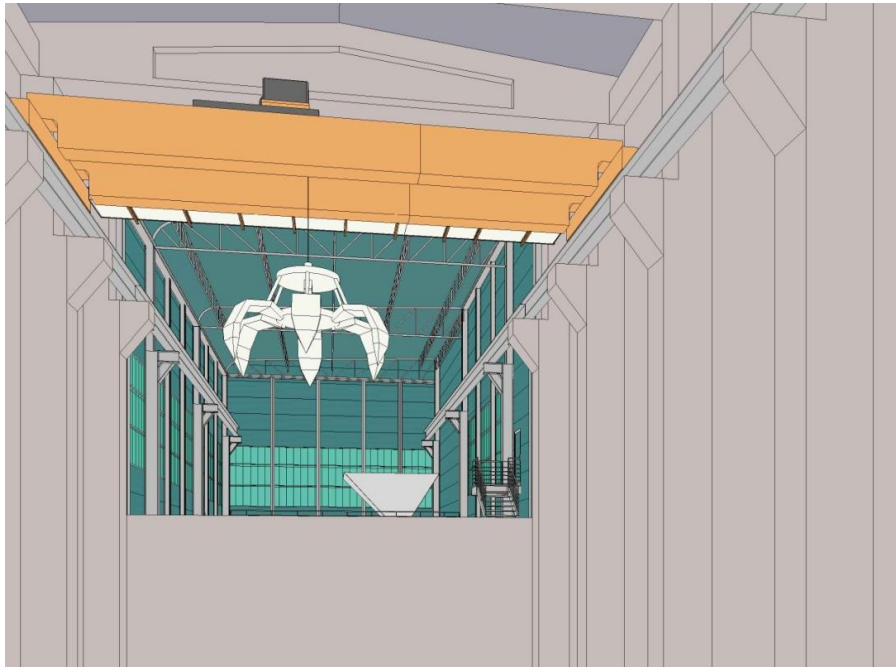


Figura 72 Edificio Fossa: apertura parziale del tamponamento per il passaggio del carroponete – stato di progetto

All'esterno dell'Edificio Fossa, sempre sul lato nord, è presente una scala antincendio totalmente in carpenteria metallica, zincata a caldo con la maggior parte delle guarnizioni bullonate in buono stato di conservazione.

Per tale struttura si prevede lo smontaggio ed il suo ripristino, previa pulitura, in posizione traslata di circa 2m lungo l'edificio.

La scala riposizionata sarà opportunamente ancorata a terra con tirafondi annegati in piccoli plinti in cemento armato, e fissata anche alla struttura verticale dell'edificio Fossa.



Figura 73 La scala esterna in acciaio da smontare e rimontare

20.3 B. DEMOLIZIONI.

Verranno abbattuti l'edificio lavaggio – ingrassaggio, ed internamente verranno demolite le partizioni interne dell'edificio officina e dell'edificio servizi come già descritto nel paragrafo precedente.

Si riporta di seguito una serie di immagini riproducenti lo stato sovrapposto (colore giallo *demolito* e colore rosso *nuova costruzione*) per gli interventi di demolizione:

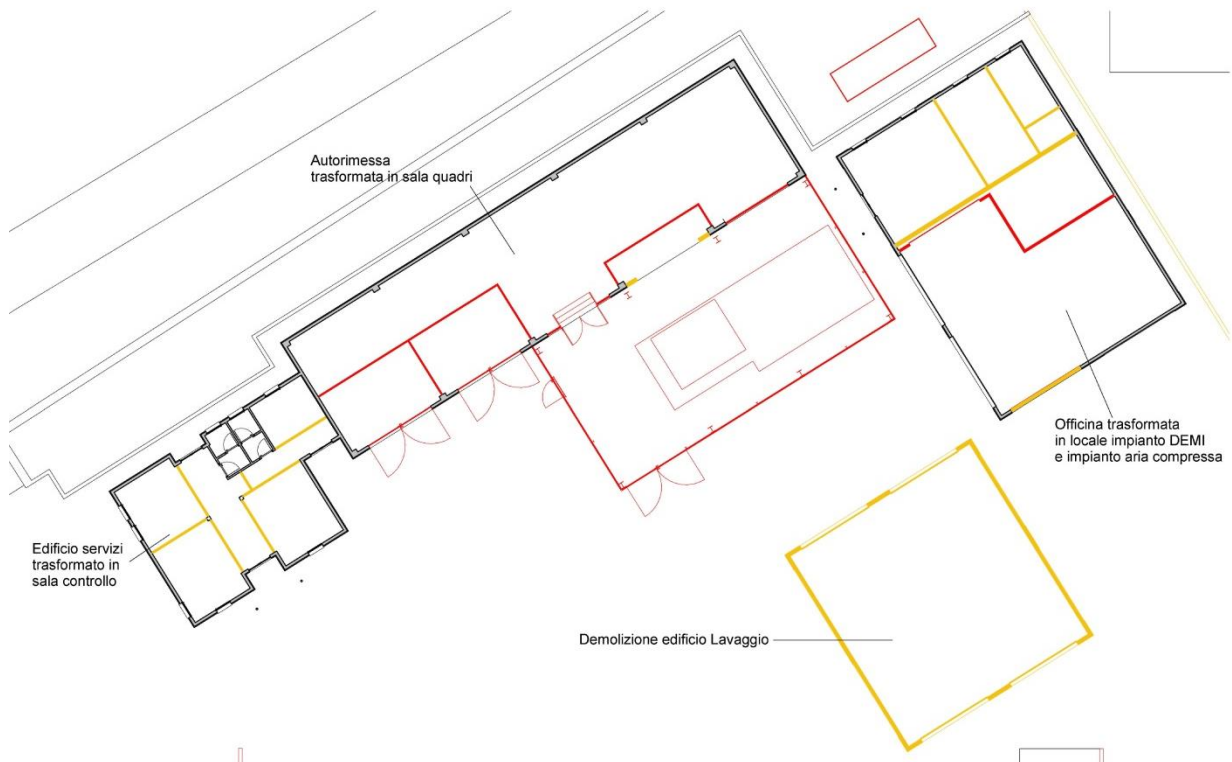


Figura 74 Planimetria con i principali interventi di demolizione e recupero degli edifici esistenti

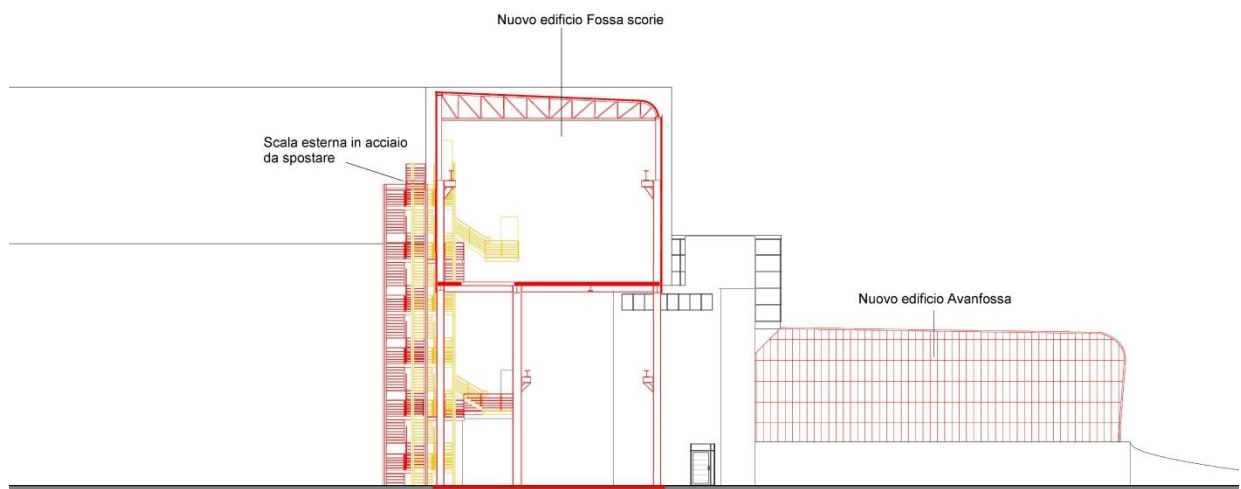




Figura 75 Sezione con evidenziato l'intervento di smontaggio e riposizionamento della scala lato Fossa

	GARA PER LA REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	Relazione generale	PAG. 247/299	

20.4 C. NUOVI EDIFICI

Edificio Avanfossa



Figura 76 Area di ingresso all'attuale Edificio Fossa con il piazzale per il conferimento

Il progetto prevede di utilizzare l'area del piazzale antistante l'Edificio Fossa esistente per creare il nuovo Edificio Avanfossa atto a ricevere i mezzi per il conferimento.

L'Edificio Avanfossa sarà realizzato in struttura metallica leggera composta da travi reticolari principali, arcarecci reticolari e strutture di controvento in acciaio. Le opere di fondazioni saranno di tipo puntuale: plinti in cemento armato collegati, opportunamente dimensionati e sagomati per non interferire con le strutture esistenti dell'Edificio Fossa e dei muri del piazzale.

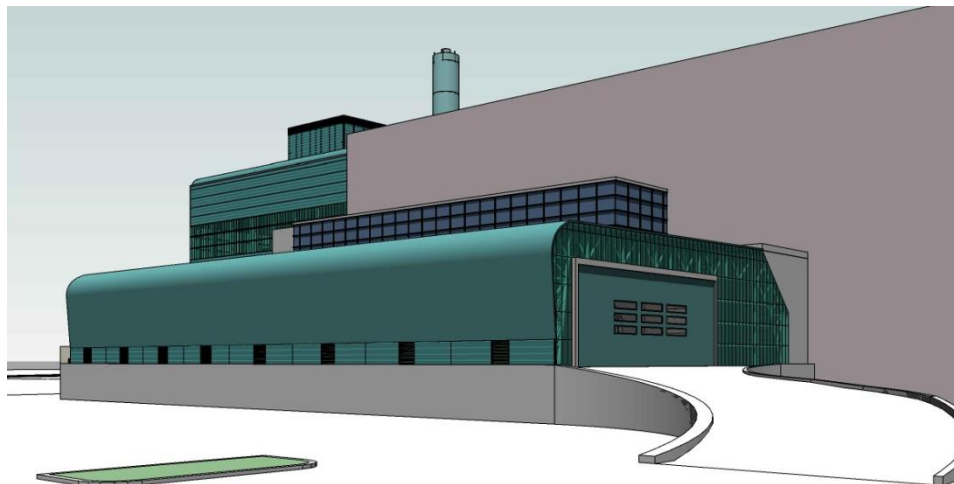


Figura 77 Vista dell'area di ingresso con l'Edificio Avanfossa in primo piano – stato di progetto

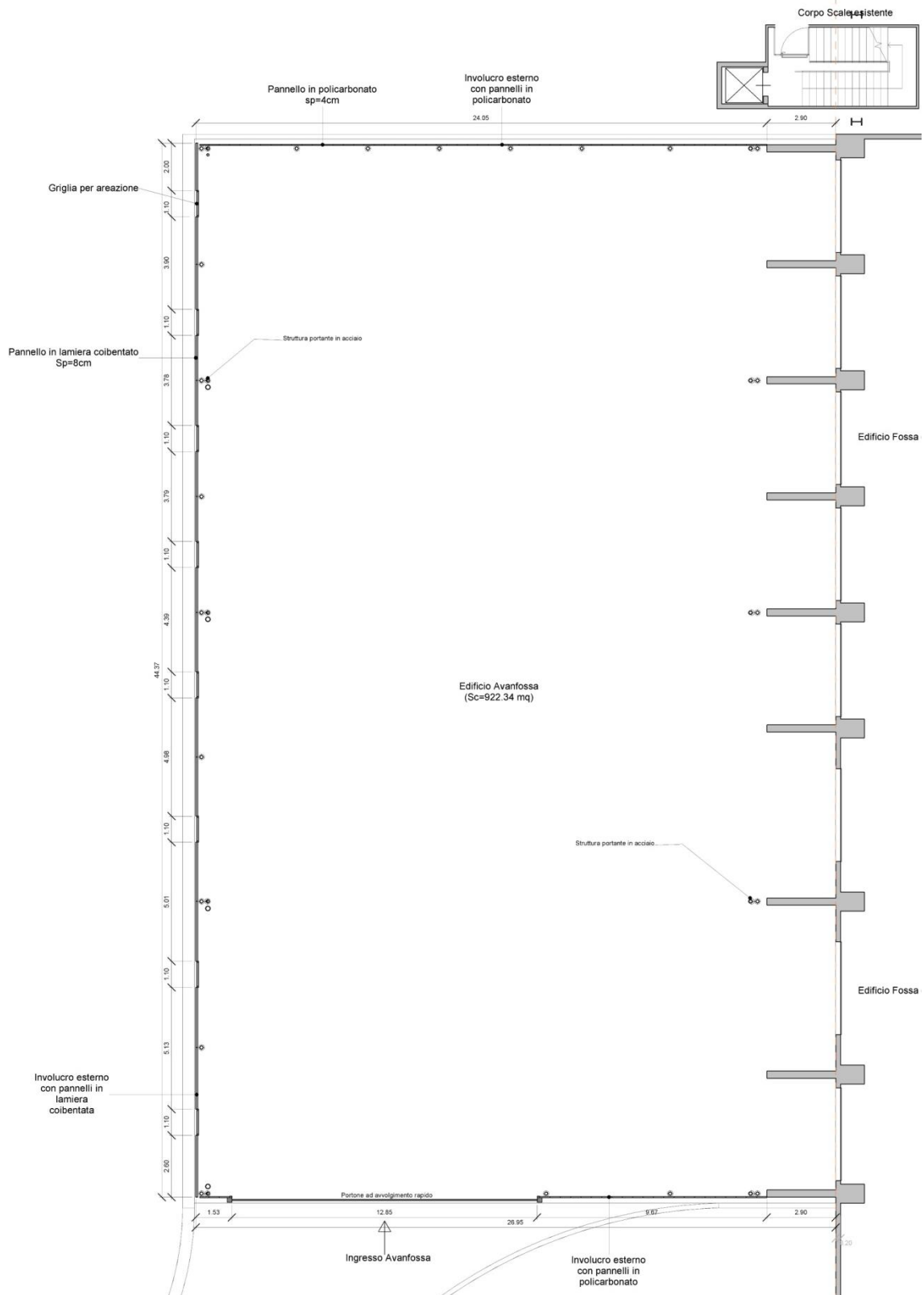


Figura 78 Planimetria Edificio Avanfossa – stato di progetto

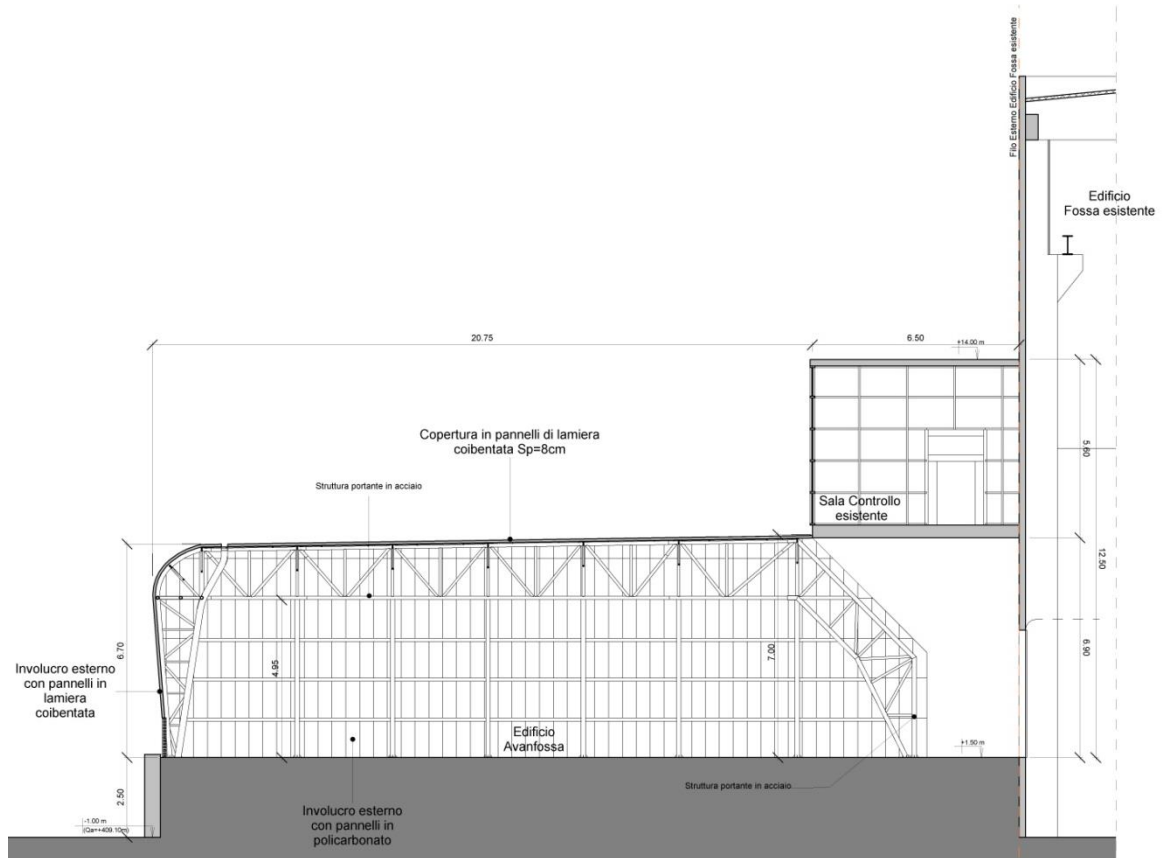


Figura 79 Sezione trasversale Edificio Avanfossa – stato di progetto

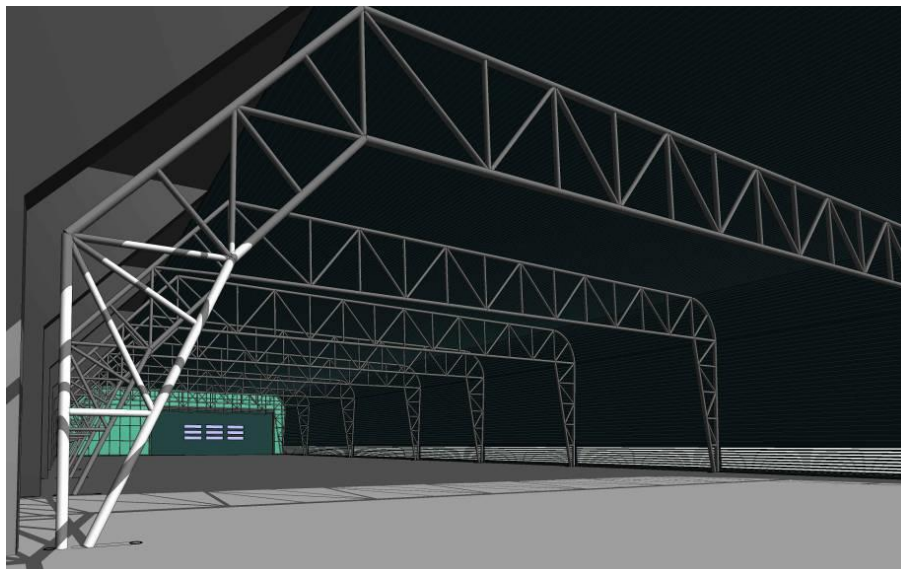



Figura 80 Struttura di acciaio dell'Avanfossa con il piazzale per il conferimento

Il tamponamento esterno è costituito sul lato lungo da pareti di lamiera coibentata colorata e sui lati corti da pannelli traslucidi in policarbonato.

 L'involucro è pensato con una forma unitaria capace di raccordare con continuità l'Edificio Fossa ed il piazzale di conferimento e minimizzare l'entità dell'intervento. Entrambi i sistemi di tamponamento verticale sono ancorati su apposita struttura di supporto formata da profilati di acciaio.

La copertura è realizzata in pannelli di lamiera coibentata a costituire con il tamponamento laterale un unico involucro mantenuto in depressione. È previsto sul lato corto in prossimità della rampa di accesso esistente, l'installazione di un portone ad impacchettamento rapido e di una porta di emergenza e sul lato lungo in basso è previsto l'uso di griglie d'aerazione.

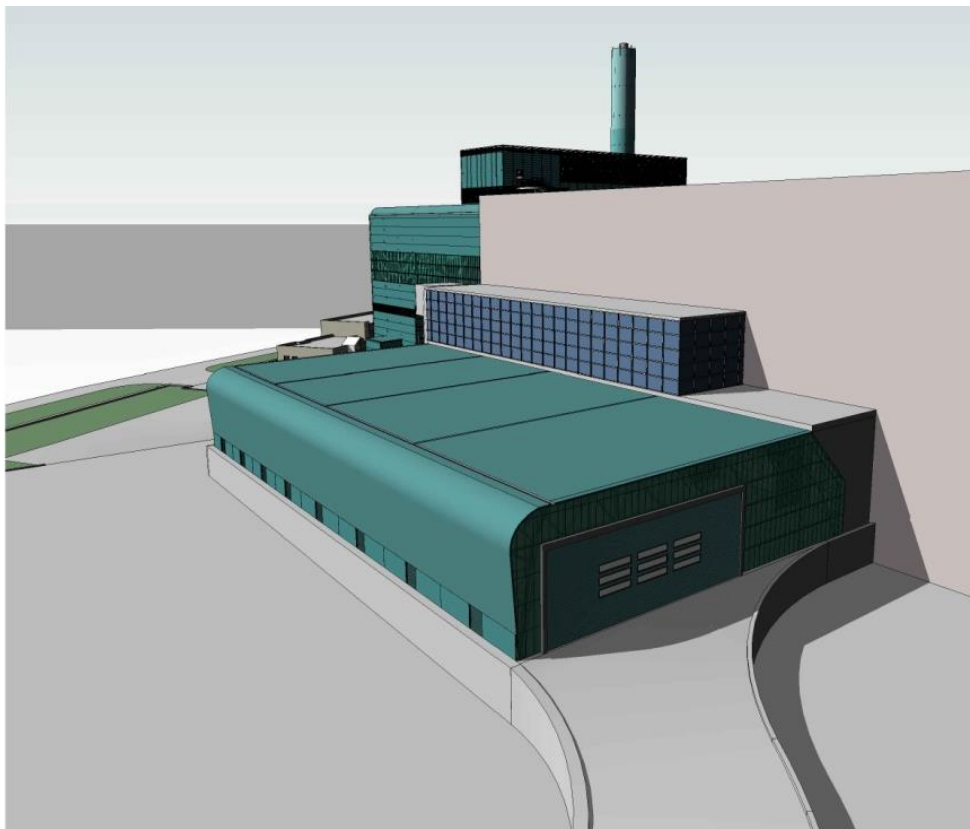


Figura 81 Vista di insieme dell'Avanfossa di progetto con il piazzale per il conferimento

Edificio Forno-Caldaia e Silos di stoccaggio (sistema: Caricamento – Forno – Caldaia)


Tale sistema sarà solo parzialmente coperto; la nuova copertura in pannelli di lamiera coibentata sarà realizzata fino agli economizzatori esterni.

Le fondazioni saranno costituite da travi continue e plinti collegati da travi di irrigidimento; sotto le principali macchine sarà realizzata idonea palificata con pali trivellati di sufficiente portanza.

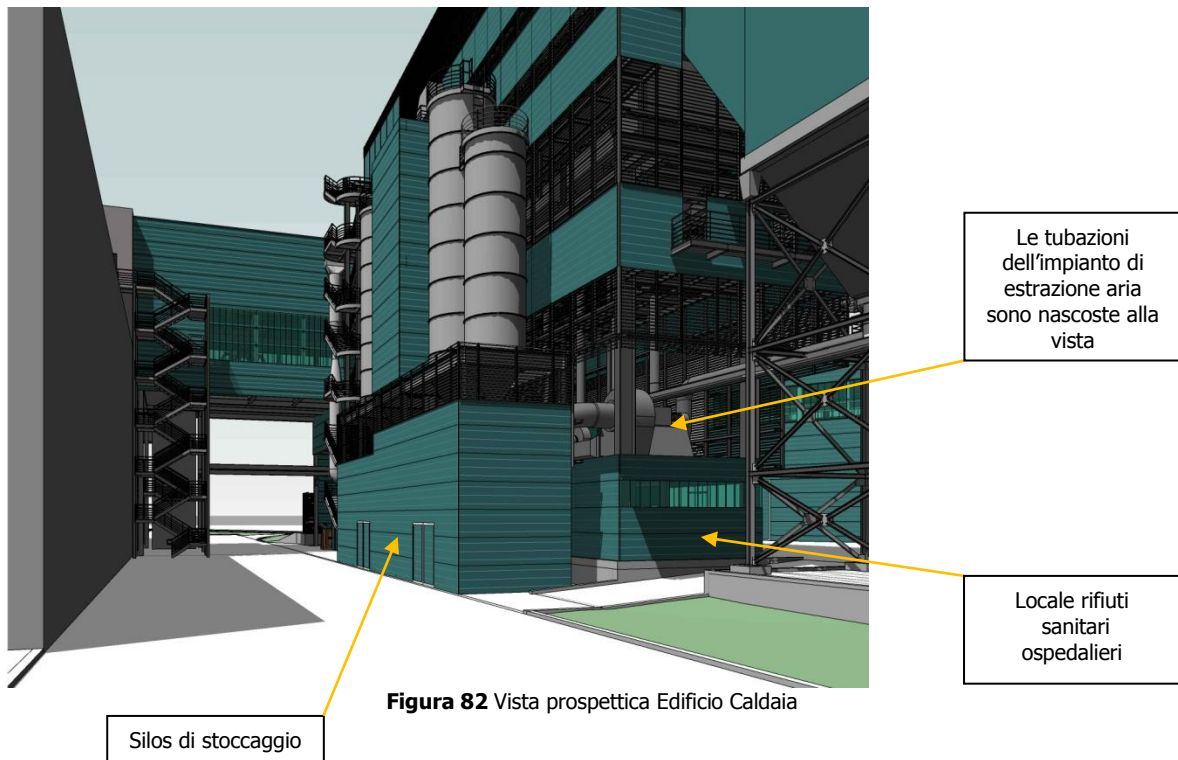
I setti della fossa del nastro di estrazione ceneri e del Buffer Tank sono in cemento armato.


Il corpo di fabbrica di forma rettangolare, sarà realizzato con strutture in acciaio e tamponamento in pannelli di lamiera coibentata.

Nella testa di questo nuovo corpo di fabbrica è prevista la realizzazione della fossa scorie, completamente in cemento armato ed interrata e descritta nel successivo punto.

 Per minimizzare l'entità degli interventi proposti tutte le tubazioni tecnologiche invadenti dal punto di vista percettivo sono state inglobate all'interno dell'involucro di rivestimento e la parte bassa dei silos di stoccaggio è stata schermata con lo stesso involucro di tamponamento della caldaia.

Sempre nell'ottica di ottimizzare gli spazi, pur conservando una buona funzionalità dell'impianto, è stata prevista la collocazione del locale adibito al conferimento e alla movimentazione dei rifiuti sanitari ospedalieri al di sotto della struttura della caldaia stessa.



 Di particolare rilievo è la soluzione adottata per schermare il sistema forno-caldaia. Tale tamponamento è stato previsto in lamiera piena alternata a sistemi grigliati di ventilazione e raffreddamento. La scelta è stata quella di garantire agli operatori addetti alla gestione o alle attività manutentive condizioni di comfort rispetto a particolari condizioni climatiche che si possono determinare nel periodo invernale.

Basti pensare a giornate ventose e fredde nelle quali dover operare a certe altezze da terra senza una idonea protezione (schermatura) risulterebbe molto gravoso e particolarmente disagiata.

Per tale ragione in corrispondenza di tutti i ballatoi è stata prevista una fascia di tamponamento piena con effetto schermante rispetto alle intemperie. Nella restante parte dei prospetti è stato previsto un grigliato che oltre ad una finalità architettonica costituisce elemento di raffreddamento ed eliminazione del flusso convettivo che si determina dal basso verso l'alto.

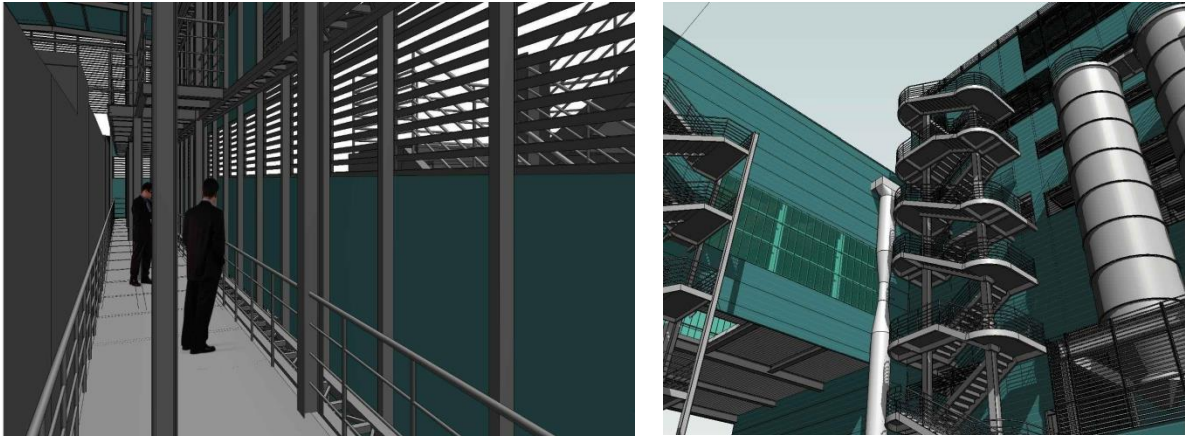


Figura 83 Vista interna dell'Edificio caldaia con la soluzione di schermatura in pannelli di lamiera e grigliato metallico e viste esterna della scala in acciaio.

Assume particolare valenza architettonica, oltre che funzionale, la scala in acciaio. Questa è collocata in posizione baricentrica a tutto il sistema tecnologico di progetto e costituisce elemento di via di esodo ai fini della sicurezza oltre ad essere il collegamento per i vari livelli e ballatoi di manutenzione e servizio della caldaia.

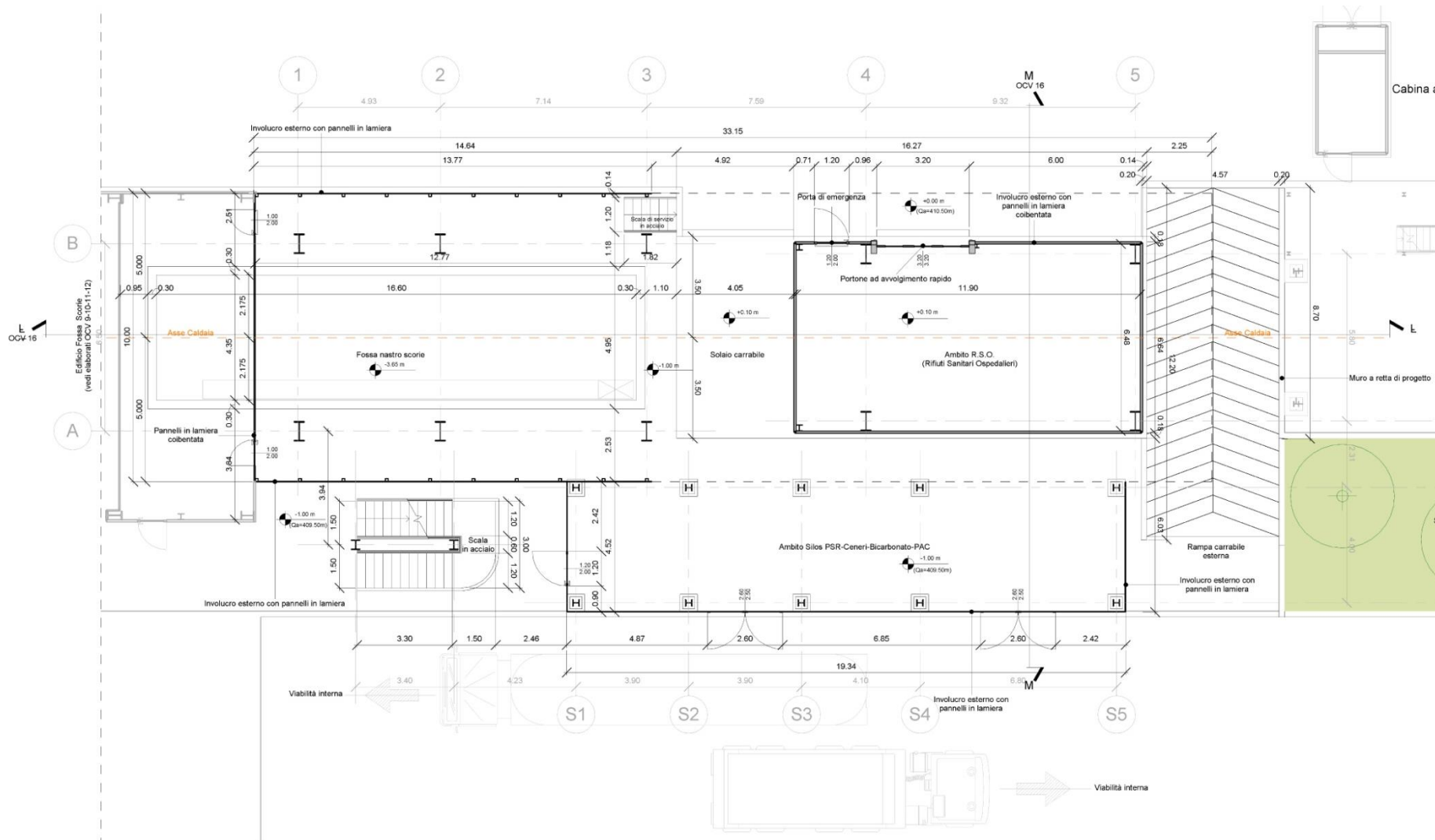


Figura 84 Planimetria dell'Edificio Caldaia

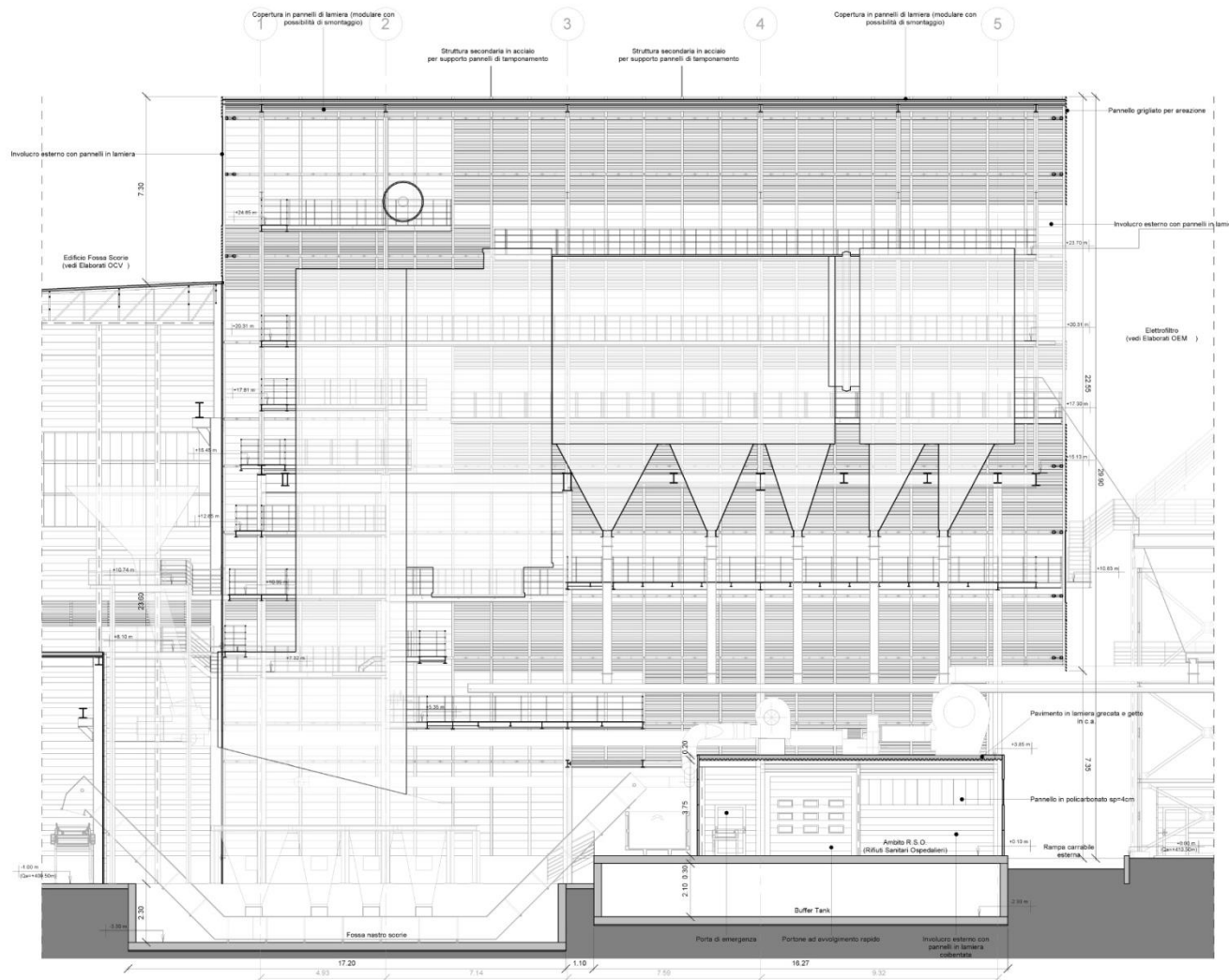


Figura 85 Sezione Longitudinale dell'Edificio Caldaia

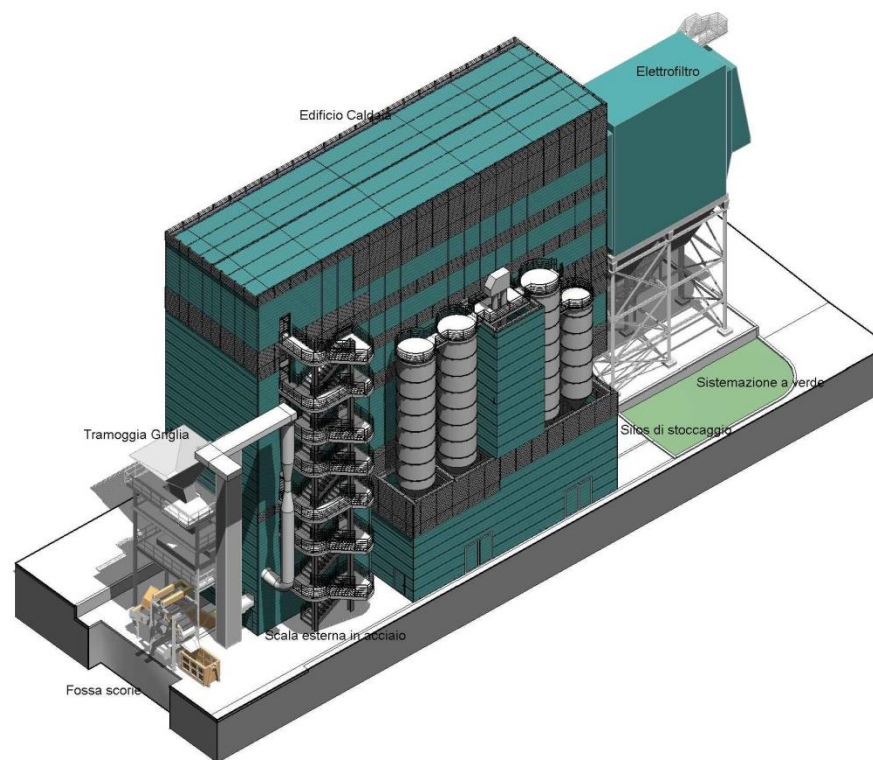
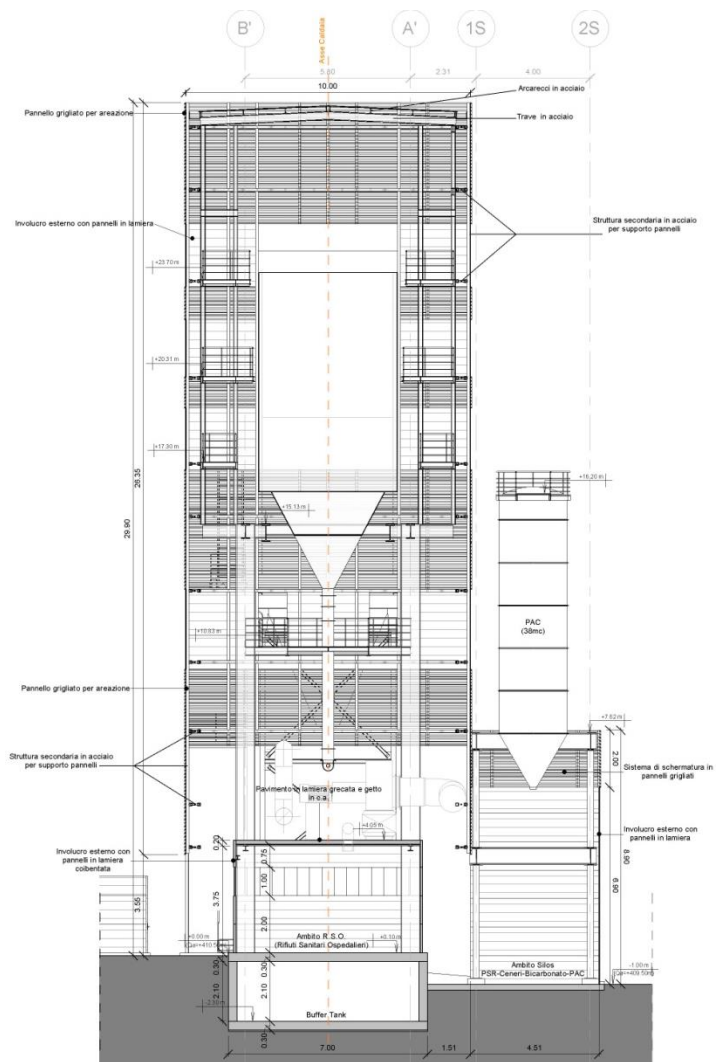


Figura 86 Sezione trasversale e vista assometrica dell'Edificio Caldaia

Edificio Ciclo Termico

L'edificio è concepito con struttura portante in acciaio.

Si sviluppa su due livelli di cui:

al piano terra abbiamo un unico ambiente dotato di carroponete dove trova collocazione la sala turbina ed alternatore; al piano superiore sono disposti il degasatore e il sistema aereorefrigerante.

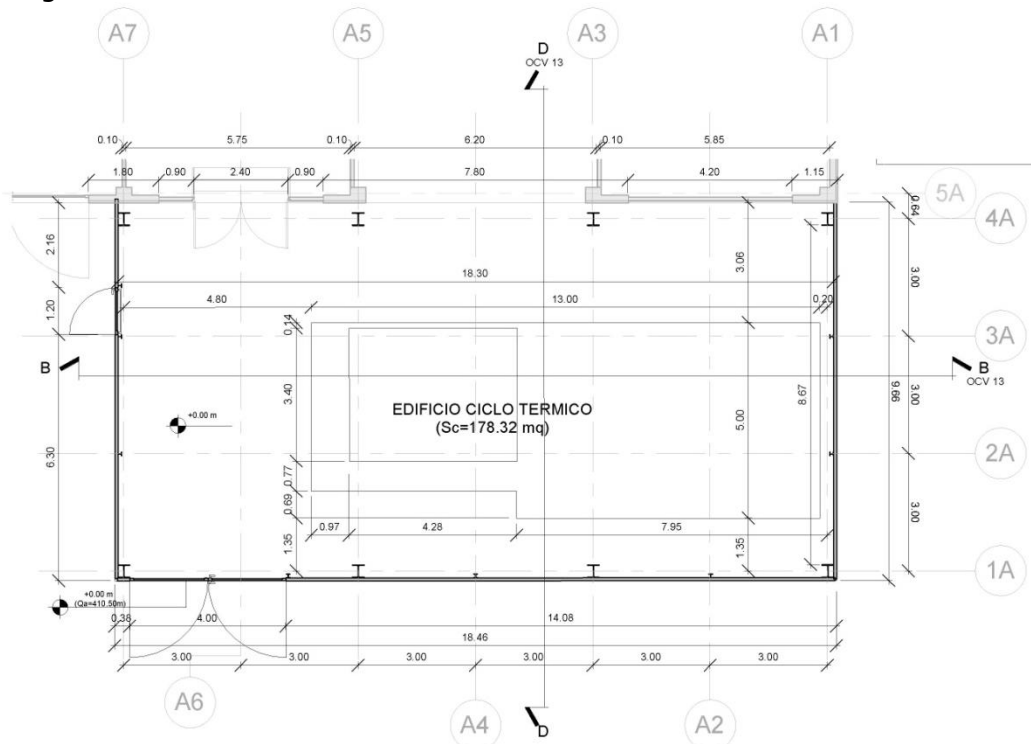


Figura 87 Edificio Ciclo Termico-Planimetria

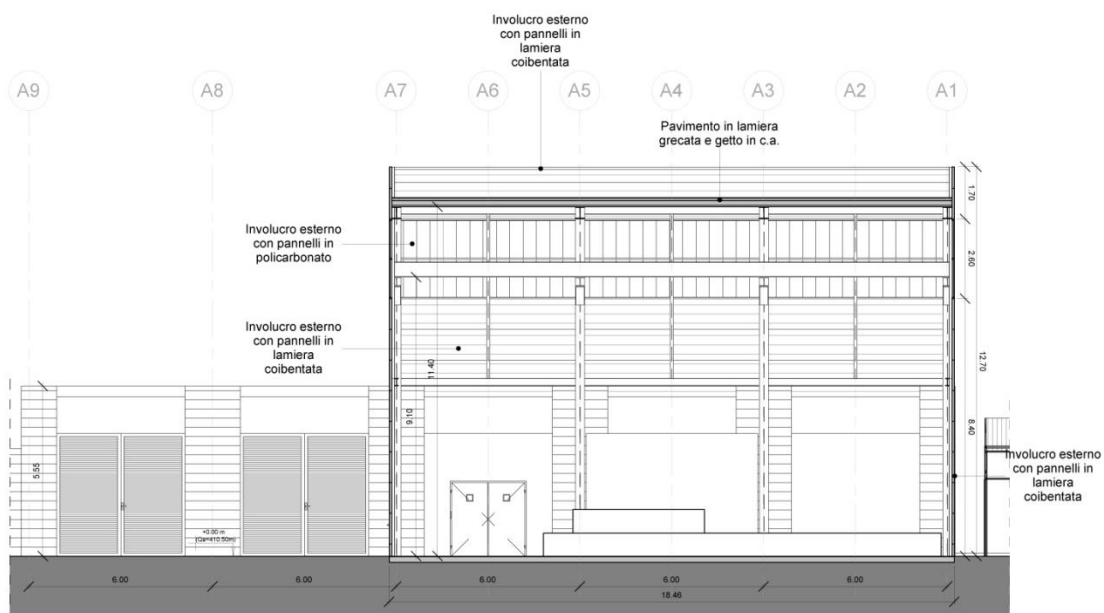


Figura 88 Edificio Ciclo Termico – Sezione longitudinale

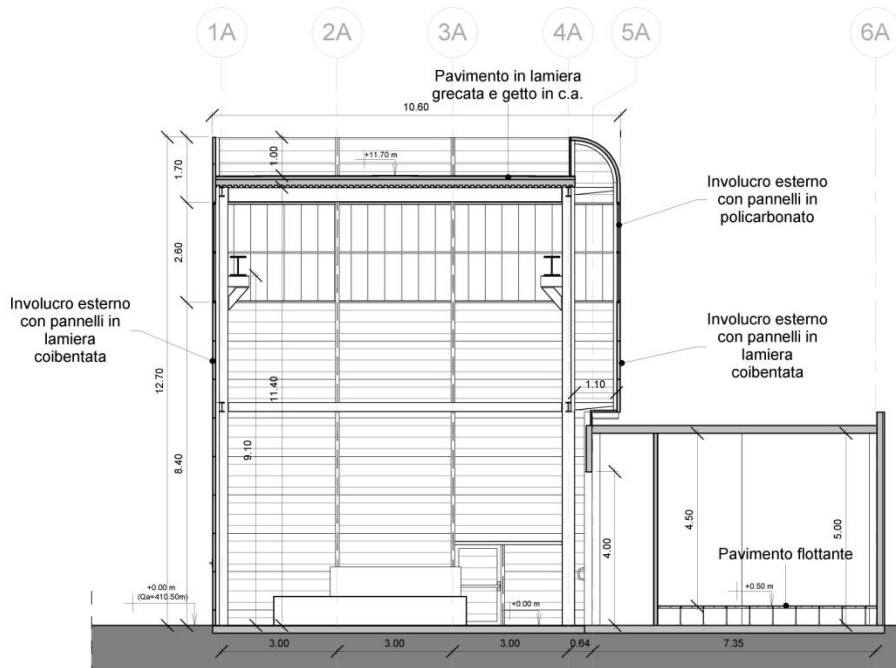


Figura 89 Edificio Ciclo Termico – Sezione trasversale

L'involucro esterno così come la copertura è realizzato in pannelli di lamiera coibentata, e nella fascia alta è previsto l'impiego di pannelli in policarbonato per conferire luminosità all'ambiente interno e per omogeneizzare l'involucro con gli altri edifici di progetto.



Figura 90 Edificio Ciclo Termico – vista prospettica dal piazzale a quota +410.50m

Le fondazioni saranno costituite da platee, da travi continue e plinti collegati da travi di irrigidimento nelle altre parti; le fondazioni saranno differenziate a seconda dei carichi che risultano molto diversi e con forti concentrazioni.

Edificio Fossa Scorie (collegamento Avanfossa-Tramoggia-Forno)

Tale edificio costituisce il collegamento con il vecchio sistema impiantistico (e quindi la Fossa).

Trattasi di un edificio tunnel avente larghezza di circa 14 m che "attraversa" la viabilità interna ad una quota di circa 12m.

La struttura portante è in acciaio, i solai orizzontali alle quote +8.10m e +11.20m sono in lamiera grecata e getto in cemento armato, il sloaio a quota +11.20m presenta un apposito foro per il calo della benna del carro ponte.

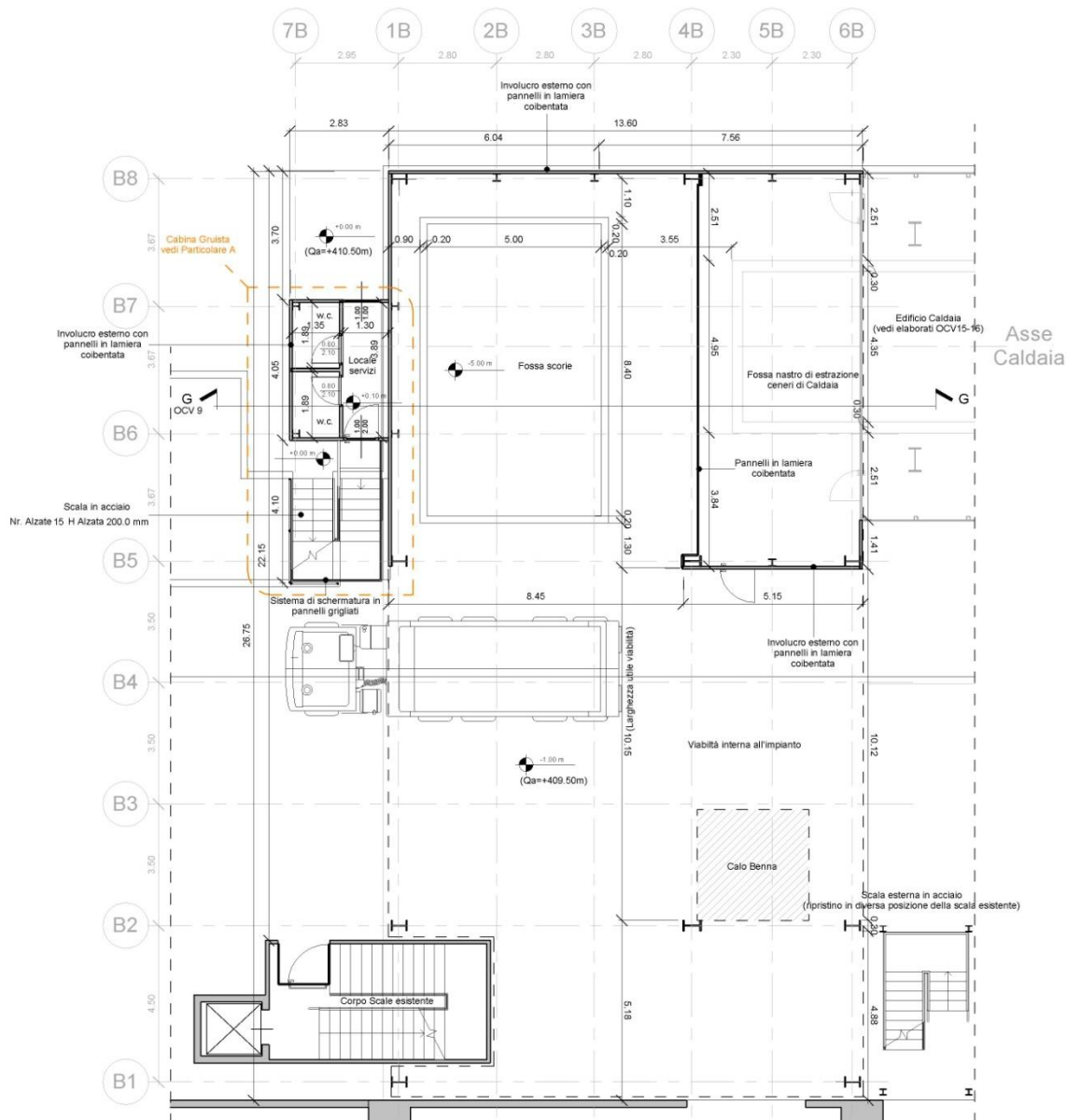


Figura 91 Edificio Fossa Scorie – pianta livello -1.00m (+409.50m)

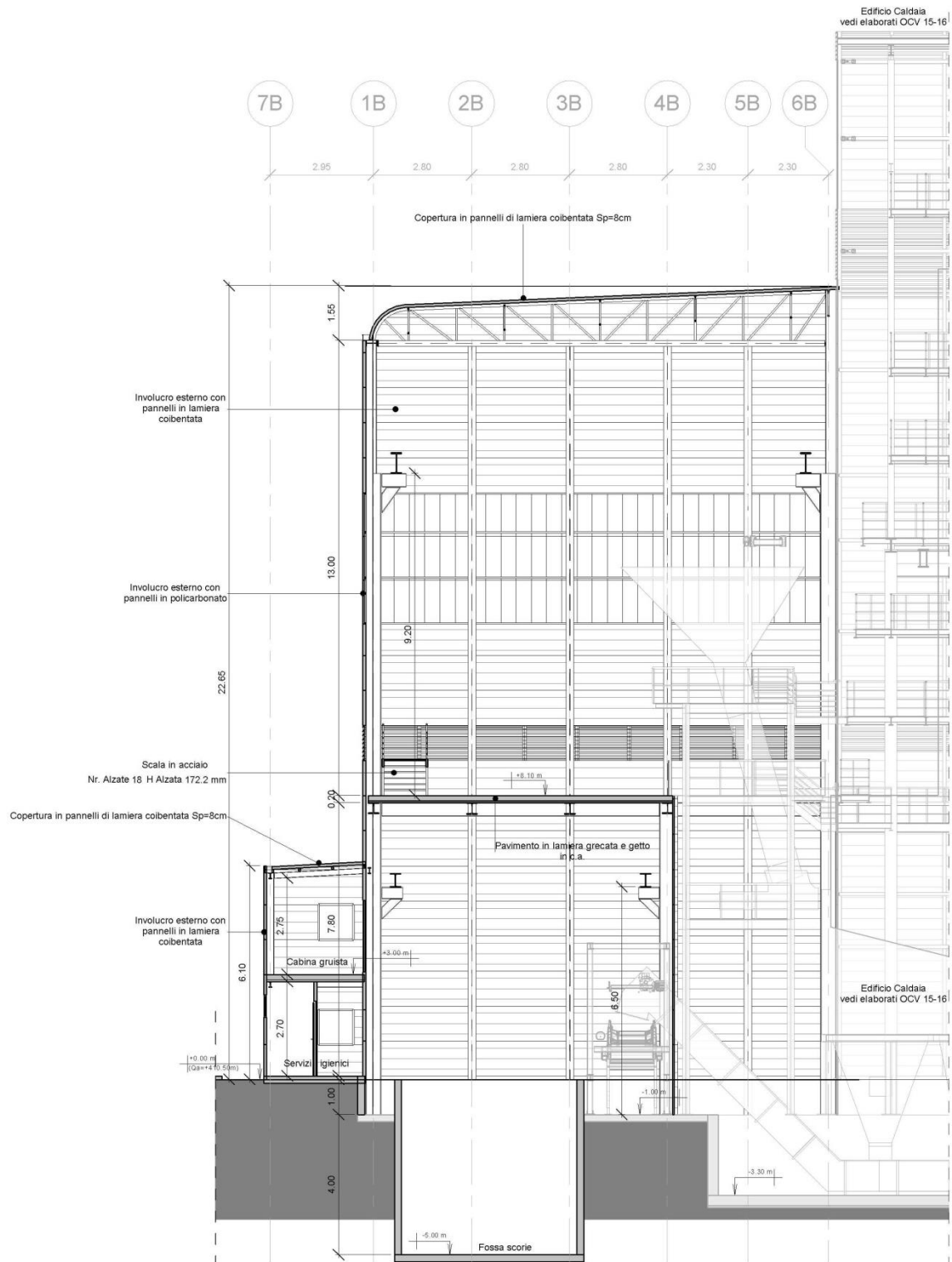


Figura 92 Edificio Fossa Scorie – sezione trasversale G-G

In appendice, sul lato sinistro dell'edificio, è stata prevista la cabina gruista con un'ampia vetrata che permette la visuale sulla fossa scorie ed con al piano terra dotata di servizi igienici.

Per la connessione dei due livelli è stata inserita una scala in metallo schermata con pannelli grigliati analoghi a quelli impiegati per gli altri edifici di progetto.

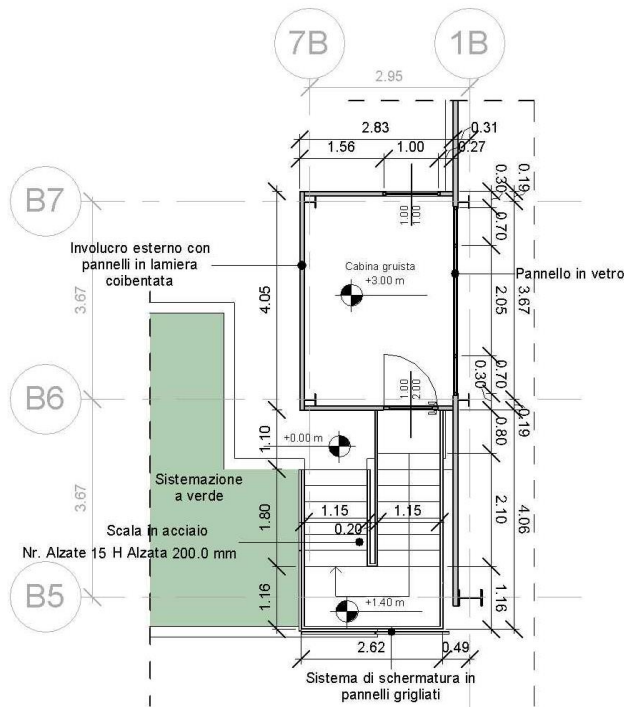


Figura 93 Edificio Fossa Scorie – dettaglio pianta e vista prospettica della cabina gruista

Le coperture saranno in lastre di lamiera coibentata ed i tamponamenti laterali di chiusura saranno in realizzati in fasce di pannelli di lamiera coibentata, di pannelli di policarbonato nella fascia alta dell'edificio e di pannelli grigliati.

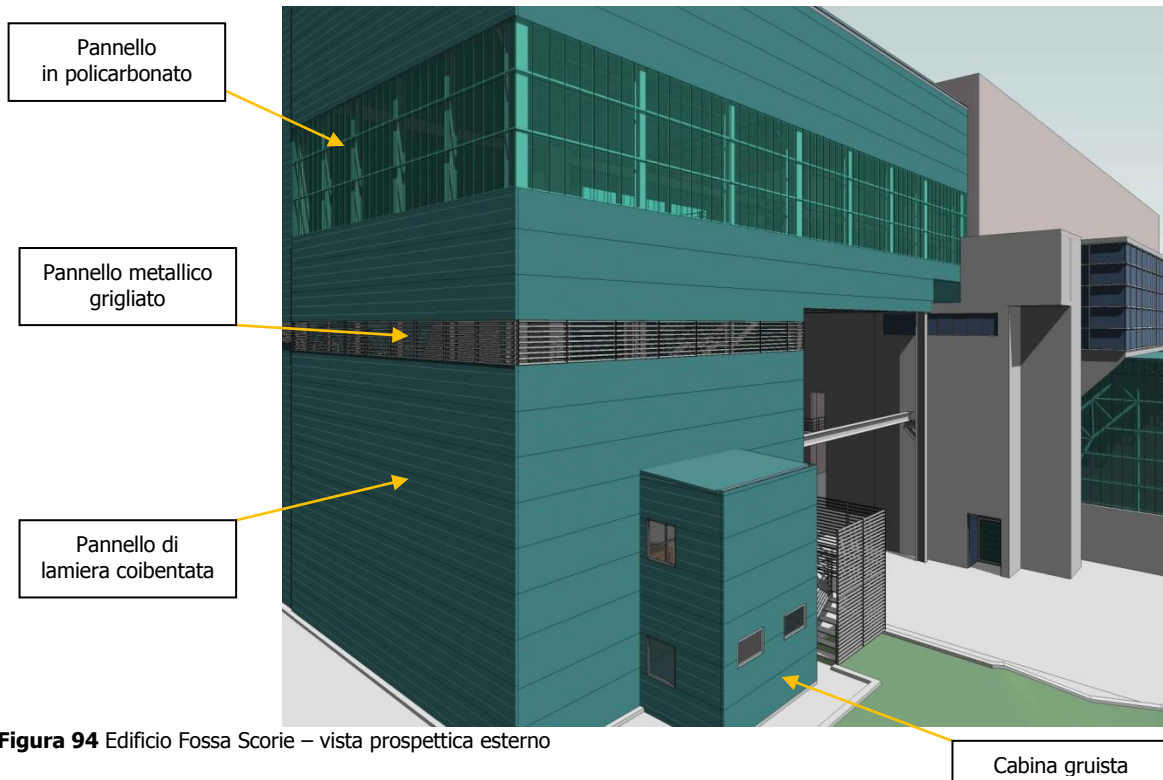




Figura 94 Edificio Fossa Scorie – vista prospettica esterno

	GARA PER LA REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
Relazione generale		PAG. 261/299	

Le fondazioni saranno costituite da platee, da travi continue e plinti collegati da travi di irrigidimento nelle altre parti; le fondazioni saranno differenziate a seconda dei carichi che risultano molto diversi e con forti concentrazioni.

I setti della fossa scorie sono in cemento armato

Nota:

Precisiamo che nel caso di fondazioni interessate da costruzioni di grande peso, pur presentando il terreno caratteristiche di buona qualità, nel caso delle fondazioni interessate degli elementi di grande peso, le fondazioni di tipo diretto potranno essere integrate da pali trivellati in calcestruzzo di grande diametro (opzione da valutarsi a cura del concorrente vista la relazione geologica in atti nonché a seguito di indagini geognostiche approfondite ed in funzione delle caratteristiche dei carichi delle opere progettate).

Opere elettromeccaniche

Le opere elettromeccaniche di progetto sono trattate nelle relazioni specifiche e negli elaborati grafici OEM, in questa relazione si descriverà esclusivamente "l'involucro" delle apparecchiature tecnologiche evidenziandone solo l'aspetto architettonico.

Condensatore

Le strutture portanti e secondarie relative al blocco Condensatore saranno tutte realizzate in acciaio, così come la scala esterna per accedere al livello di manutenzione.

Dalla quota di +5.00m (+415.50m) è previsto un rivestimento, o schermatura, con pannelli di lamiera metallica per una altezza costante di 9.00m.

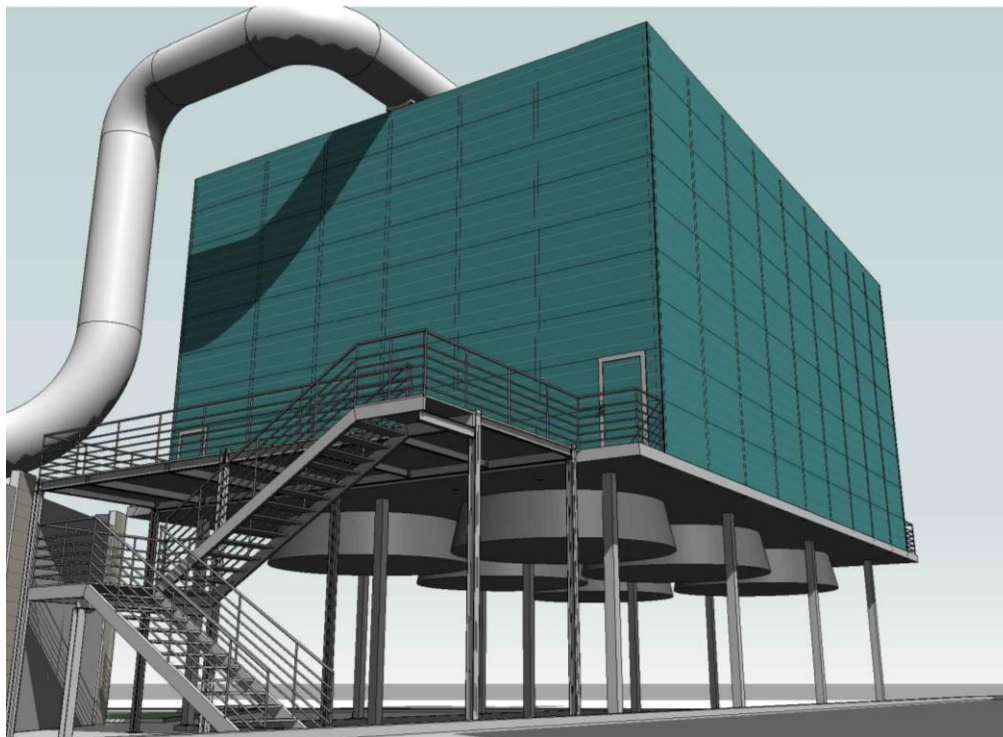




Figura 95 Edificio Fossa Scorie – vista prospettica esterno

La linea Fumi

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

	GARA PER LA REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
Relazione generale		PAG. 262/299	

macroinquinanti acidi. Tale scelta è in linea con quanto previsto nel progetto preliminare della Stazione Appaltante ed è ampiamente condivisa dai Proponenti.

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 ad ingresso *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).
-

Di queste hanno rilevanza "architettonica" l'Elettrofiltro e il sistema All-in-one con il camino.



Il sistema ALL IN ONE (tutto in uno), avente dimensioni indicative alla base in pianta di 20000x5300 mm ed un'altezza di 19000 mm, rappresenta una soluzione compatta che offre numerosi vantaggi tra i quali citiamo:

- 4) Dimensioni ridotte in pianta che consentono di liberare spazi sia per le manutenzioni che per la viabilità generale
- 5) 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.
- 6) I punti di più frequente manutenzione saranno accessibili tutti ad uno stesso livello di camminamento, raggiungibile tramite scala a gradini e facilmente inseribile nel percorso quotidiano di ispezione degli operatori, in quanto collegato con il circuito caldaia – elettrofiltro - camino.
- 7) 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
- 8) Le dissipazioni termiche di tutta la linea sono ridotte, grazie alla soluzione compatta, priva di condotti di collegamento tra apparecchiature
- 9) Per ragioni già sopra riportate, le perdite di carico complessive della linea sono ridotte.

	GARA PER LA REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0 PAG. 263/299	
---	--	----------------------------	---

I fumi vengono estratti a mezzo di un ventilatore di coda con motore da 400 kW. Tale ventilatore è concepito con un albero passante e motore di emergenza. Tale motore, alimentato da generatore elettrico, garantisce che nelle fasi di emergenza tutti i fumi residui vengano evacuati in sicurezza dal sistema forno-caldaia. Il sistema di emergenza infatti agisce tramite frizione e ruota libera per la ripresa al volo del ventilatore, garantendo una portata di evacuazione costante verso camino.

Il camino, avente una altezza totale di 50m, è stato concepito con sistema a doppia canna (\varnothing_{int} 1400 mm, \varnothing_{est} 4000 mm) e permette di evacuare adeguatamente i fumi nella parte interna, mentre la canna esterna funge da struttura di supporto portante (si rimanda al successivo capitolo per il dettaglio nella scelta dell'altezza).

Nell'intercapedine (1200 mm) vengono ricavate le passerelle per l'accesso a due piani dedicati ad misuratori di emissioni in continuo e ai bocchelli dedicati alle analisi di enti esterni.

Queste passerelle saranno estese all'esterno della struttura del camino tramite piattaforme larghe ulteriori 1200 mm e raggiungibili attraverso camminamento collegato al tetto del sistema ALL IN ONE e scala a chiocciola interna al camino.

Per raggiungere la sommità, infine, saranno installate scale alla marinara interne. Tale soluzione permette all'operatore di salire in tutta sicurezza fino alle luci di segnalazione al riparo dai venti.

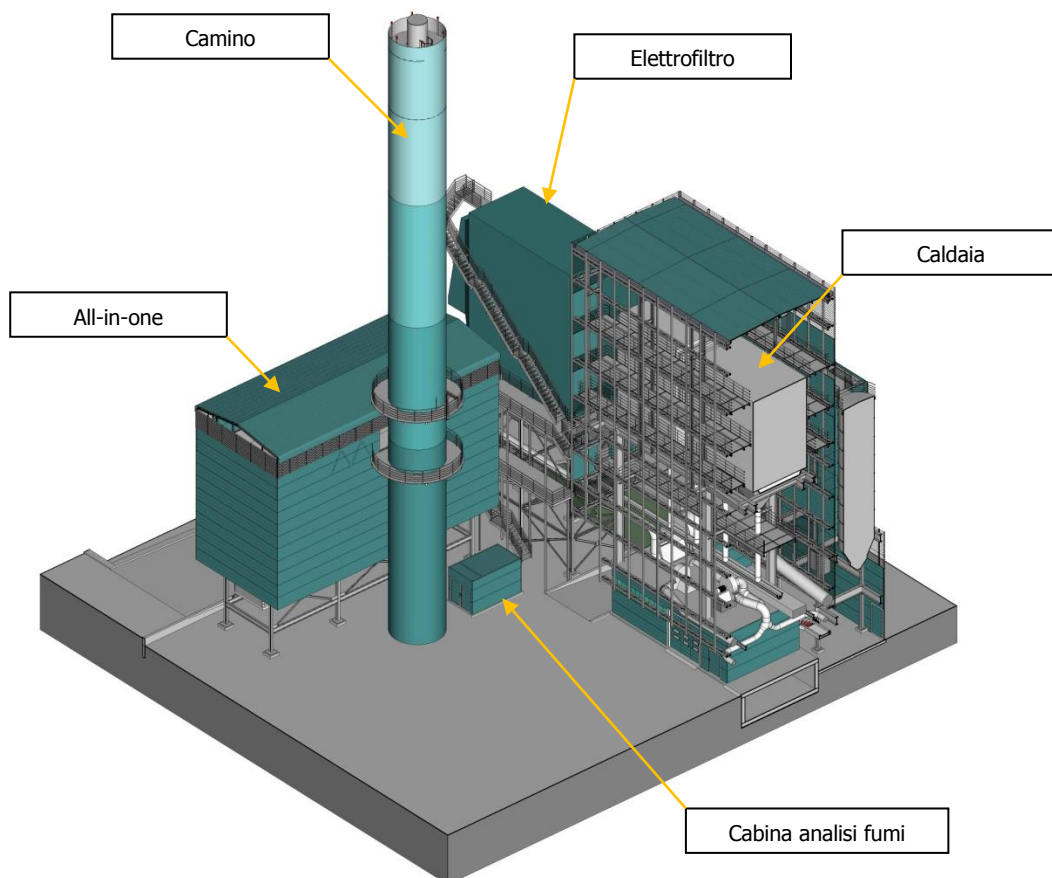


Figura 96 Assieme generale della linea fumi

21. CRITERI UTILIZZATI PER LE SCELTE PROGETTUALI, GLI ASPETTI DELL'INSERIMENTO DELL'INTERVENTO SUL TERRITORIO

21.1 CONSIDERAZIONI GENERALI SUL PAESAGGIO

Considerando la zona specifica di intervento ad una scala locale si può affermare che nelle vicinanze non è presente, come riscontrabile dalla documentazione grafica, nessun centro abitato ma soltanto capannoni industriali, agricoli e artigianali; infatti il contesto paesaggistico in cui l'impianto andrà a inserirsi, è il tipico paesaggio agricolo industrializzato.



Figura 97 Immagine in volo dell'area vasta di studio con al centro l'ambito di intervento (indicato con freccia rossa)



Il paesaggio quale risultante di tutti i processi (sia antropici che naturali) è un mosaico complesso di ecosistemi che deve essere studiato attraverso l'interpretazione delle aggregazioni di tali ecosistemi.

Ne consegue che rispetto agli studi tradizionali sul paesaggio percepito, rivolti a evidenziare principalmente gli aspetti culturali ed estetici, conferendo al paesaggio un valore prettamente antropico oggi va invece letto in un'ottica ecologica che tiene conto dello studio delle caratteristiche di distribuzione e forma degli ecosistemi naturali e antropici presenti al fine di comprenderne strutture, processi e significati.

In tal modo è possibile capire quali attività antropiche e quali attività naturali siano di reciproco interesse, quali compatibili, e quali incompatibili con l'esistenza degli habitat presenti, per poi individuare trasformazioni in sintonia con le possibilità evolutive del sistema considerato, in un'ottica di sostenibilità ambientale.

Più ci si avvicina al limite sostenibile, più aumentano le probabilità che gli equilibri territoriali si spezzino e il prezzo del riequilibrio e del recupero delle risorse ambientali perse, ammesso che sia possibile, diventa onerosissimo sia in termini economici che di tempo.

Considerando quindi il paesaggio come sistema di ecosistemi naturali ed antropici interagenti, basandosi sul principio cioè che "gli elementi naturali mantengono in equilibrio gli ecosistemi antropici e alcune attività umane contribuiscono alla stabilità e alla

	GARA PER LA REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
Relazione generale		PAG. 266/299	

sopravvivenza di popolazioni e di ecosistemi naturali", funzioni antropiche e naturali non vanno quindi contrapposte, ma bilanciate ed insieme devono tendere all'equilibrio.

Il paesaggio va quindi interpretato in funzione degli elementi caratterizzanti e che si ritengono propri della situazione ambientale esaminata.

Nella presente analisi relativa al territorio – ambiente considerato, sono state individuate delle unità di paesaggio.

Le unità si accomunano per la giacitura prevalentemente pianeggiante, per gli usi costituiti in prevalenza da specie erbacee foraggere in forme più o meno evolute, da pietrosità diffusa accompagnata, da rocciosità affiorante e forti limitazioni d'uso.

Il paesaggio attuale risulta fortemente modificato rispetto all'originario, e ha perso le caratteristiche di naturalità, a causa degli usi agricoli per le attività di allevamento ovino, industriale, infrastrutturale e per l'urbanizzazione.

Sicuramente le cause nel tempo che hanno concorso in maggior misura a modificare il territorio, sono stati gli incendi e il pascolo non regimato, che hanno portato al diradamento della copertura vegetale forestale ed arbustiva con esposizione dei suoli ai fenomeni di erosione e all'innescarsi dei processi degenerativi che causano la desertificazione, modificando soprattutto il paesaggio agrario.

Le forme sono per lo più pianeggianti e ondulate con pendenze modeste.

In alcune aree risultano presenti delle forme depresse, impermeabili.

Il paesaggio che si osserva costituisce un ecosistema nel quale si evidenziano diverse unità ecosistemiche caratterizzate da una matrice agricola nella quale rientrano le unità di paesaggio caratterizzate da un uso prevalente a pascolo, pratopascolo, prati artificiali ed erbai autunno vernini; le macchie, chiaramente distinguibili dal resto del paesaggio, sono rappresentate da oliveti e vigneti e dai boschi di sughera e roverella e macchia mediterranea; costituiscono una porzione molto limitata nel contesto considerato; tuttavia soprattutto la macchia mediterranea e i boschi sono ecologicamente importanti, per il mantenimento della biodiversità; i filari vegetali che si trovano nelle fasce di perimetrazione delle tanche e fanno da contorno ai muretti a secco possono rappresentare importanti corridoi ecologici.

All'interno dell'ecosistema si inseriscono gli insediamenti urbani di Borore e Macomer e l'area industriale di Tossilo, nonché la rete stradale SS131.

Nell'area considerata sono stati identificati i seguenti tipi di paesaggio:

1. *Paesaggio degli insediamenti urbani ed industriali - aree antropizzate*

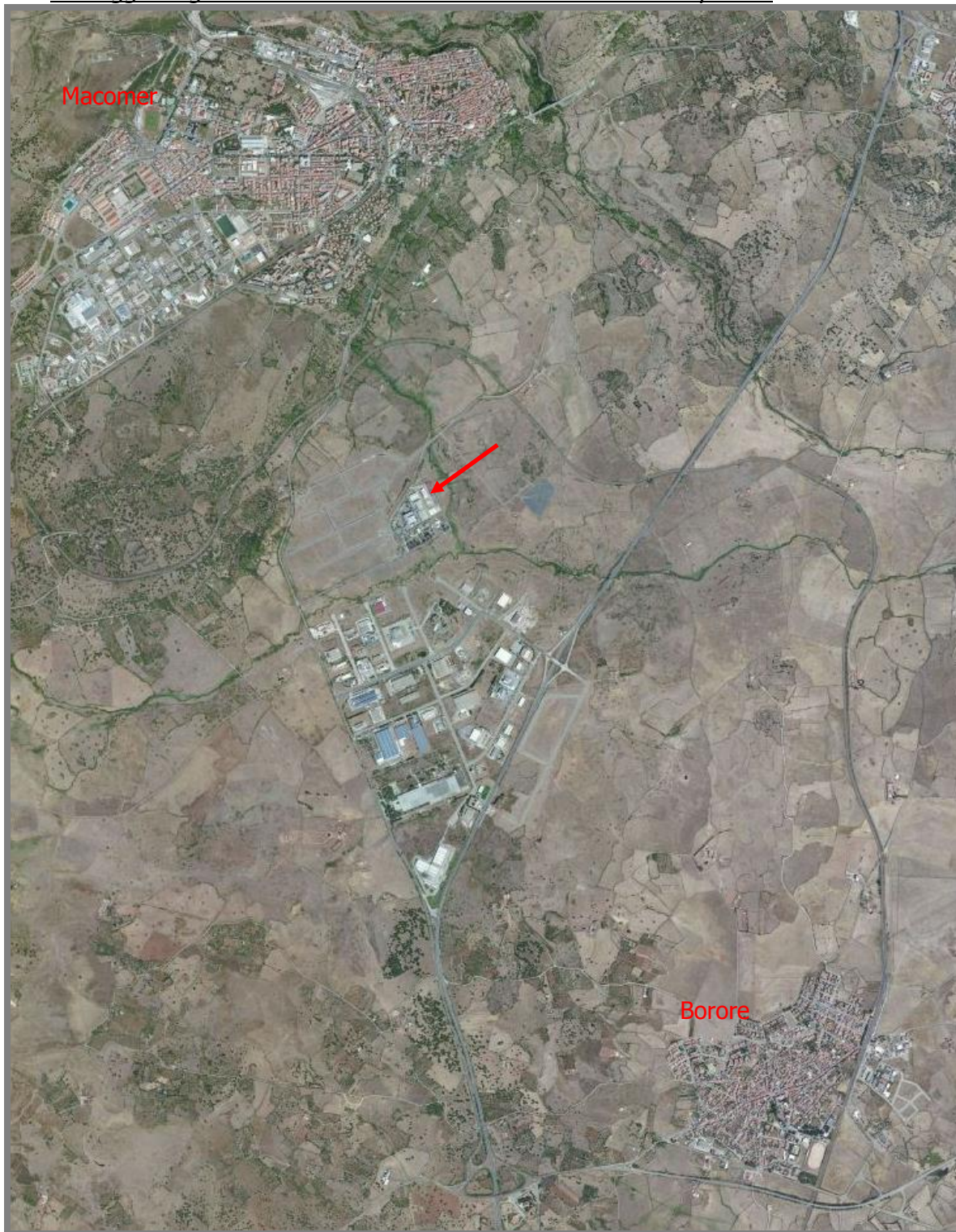




Figura 98 Immagine satellitare del Paesaggio degli insediamenti industriali e- aree antropizzate: si distingue l'area industriale di Tossilo con l'ambito oggetto di intervento (freccia rossa), compresa tra i nuclei abitati di Macomer a nord e Borore a sud.

	GARA PER LA REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
Relazione generale		PAG. 268/299	

L'area piccola di riferimento, si sviluppa tra l'insediamento abitativo di Borore e l'area industriale di Tossilo.

Esso risulta prevalentemente caratterizzata da residenze uni o bifamiliari che si accorpano intorno al centro storico del paese.

L'agglomerato urbano si trova inserito in un contesto rurale caratterizzato da pascoli interrotti da distese di muretti a secco è costellato di numerosi monumenti archeologici quali nuraghi, tombe di giganti, domus de janas, dolmen e menhir.



Figura 99 Agglomerato urbano di Borore-Limite tra urbano e rurale



Figura 100 Agglomerato urbano di Borore-Muretti a secco e resti archeologici in vicinanza delle abitazioni



	GARA PER LA REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0 PAG. 269/299	
Relazione generale			



Figura 101 Tipico sistema di insediamento sparso nel territorio tra Borore e Macomer

Altri insediamenti antropici presenti sono rappresentati da ovili distribuiti in modo disomogeneo sull'altipiano e che spesso si integrano con i numerosi resti archeologici (usati talvolta per il ricovero del bestiame o come recinti) sparsi sul territorio.



L'agglomerato industriale di Tossilo, che fa parte della Z.I.R di Macomer presenta uno sviluppo di ha 526,4, costituisce un importante piattaforma di conferimento rifiuti della provincia di Nuoro.



Figura 102 Vista panoramica verso l'agglomerato industriale di Tossilo (a sinistra è visibile il termovalorizzatore oggetto di intervento).

2. Paesaggio delle aree seminaturali a macchia mediterranea e a bosco

Tale paesaggio comprende le aree classificate nel PPR e inserite nella Carta Natura come aree seminaturali a valenza ambientale, comprendendo in tale definizione "un'utilizzazione agro silvo pastorale estensiva con un minimo apporto di energia suppletiva per garantire e mantenere il loro funzionamento".

	GARA PER LA REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	Relazione generale	PAG. 270/299	

In tale classificazione si includono boschi naturali, leccete, quercete, sugherete e boschi misti, ginepreti, pascoli arborati, macchie, garighe, ecc.; il PPR pone tutta una serie di divieti atti a tutelarle.

Tuttavia quello che oggi appare è la totale scomparsa della copertura boschiva e macchia, determinata da una intensa attività antropica, che ha creato in questi ambienti un forte degrado, necessitando di un forte impiego di energia ausiliaria e massicci interventi di recupero a causa dei processi di desertificazione già innescati, che all'interno dell'area piccola appaiono irreversibili.





Figura 103 Lembo di macchia in prossimità del nucleo abitato di Macomer con specie tipiche del luogo (sughere, querce)

L'eccesso di pascolamento, gli incendi e il taglio totale delle specie arboree tipiche, a prevalenza di roverella (*Quercus pubescens*), sono stati gli aspetti che hanno caratterizzato la gestione del territorio dell'area piccola.

Nell'area vasta il paesaggio delle aree seminaturali si presenta invece a tratti con fitte coperture di bosco misto con prevalenza di specie quercine (roverella e *Quercus suber*). Tuttavia anche in queste ultime, a causa della continua pulizia del sottobosco, l'eccesso di carico di bestiame, l'incendio e talvolta le arature, impediscono di fatto qualsiasi forma di ricostituzione.

Il destino di queste coperture va verso la scomparsa totale in quanto, alla scomparsa della foresta e della macchia segue una forte erosione idrica ed eolica dei suoli, con conseguenti affioramenti del substrato roccioso.

Per questi motivi sarebbe opportuno pianificare ed attuare una riduzione dell'intensità di pascolamento per consentire, nel tempo, una ripresa o rigenerazione della foresta mista, tipica di queste aree.

	GARA PER LA REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
Relazione generale		PAG. 271/299	

3. Paesaggio agricolo – pastorale



Il paesaggio rurale è diffuso un pò ovunque sia nell’area vasta che in quella piccola, in relazione alla vocazionalità del territorio di cui si è già accennato.

Il particolare regime termo-pluviometrico caratterizzato da estrema variabilità giustifica la diffusione di pascoli e di prati artificiali asciutti e di specie arboree aridoresistenti, quali olivo e vite.

Purtroppo, l’intensa opera di disboscamento legata alla fame di terra del passato e al fabbisogno del legno per vari utilizzi, ha determinato l’ampliamento delle terre coltivabili attraverso il dissodamento e le opere di sistemazioni idrauliche al fine di aumentare la disponibilità alimentare.



Figura 104 La pianura tra Macomer e Borore con esempio del diradamento boscoso sulle colline a vantaggio delle zone dedicate al pascolo e dei lembi di territorio coltivati ad olivo

	GARA PER LA REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
Relazione generale		PAG. 272/299	

Tali opere, non sempre adeguate, hanno creato nel tempo intensi fenomeni di degrado delle superfici a pascolo con innesco di fenomeni di desertificazione.

21.2LE SCELTE PROGETTUALI SPECIFICHE

I livelli di intervento sono stati molteplici e tutti legati alla volontà di fornire una nuova immagine dell'impianto tradizionale, attraverso un'innovativa caratterizzazione degli involucri edilizi che maggiormente dialogano con le aree circostanti, interpretando un organismo edilizio da sempre introflesso e nascosto, come un luogo riconoscibile e ben visibile, portatore di un messaggio rivolto alla comprensione da parte della comunità del lavoro svolto all'interno e dell'attenzione, da parte della gestione, verso le problematiche ambientali coinvolte.

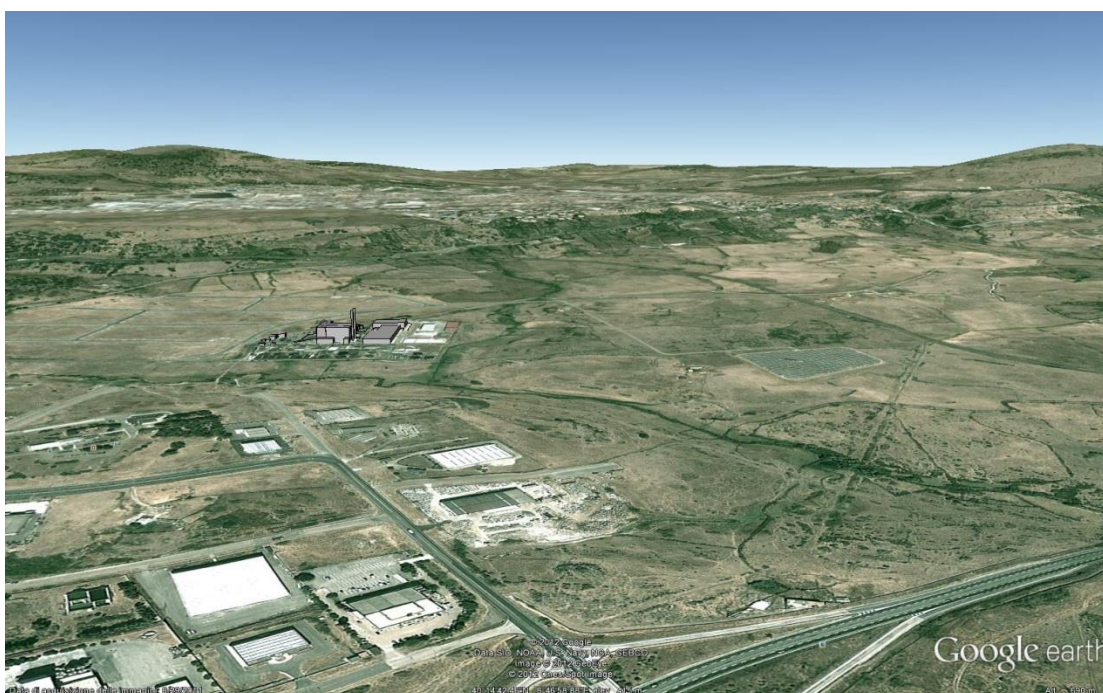




Figura 105 Vista tridimensionale territoriale dell'Impianto di termovalorizzazione attuale al centro della piana del Tossilo. Sullo sfondo l'abitato di Macomer (riferimento Google earth)

La genesi del layout distributivo proposto mira all'ottimizzazione della fruibilità e flessibilità dell'intero complesso industriale, e ricerca come risultato insediativo la definizione di un vero e proprio "macroorganismo leggero" che esige per alloggiare, vivere e crescere un alto grado di qualità ambientale nel suo complesso.



Le principali conseguenze di questo approccio interpretativo sull'impostazione progettuale sono di due ordini di principio, che vanno a costituire una sorta di metacriteri che il progetto è votato ad osservare a tutte le scale, tanto nell'impostazione generale che negli ambiti specifici:

- che tutti gli interventi di artificializzazione risultino "alleggeriti", in modo da garantire il requisito di base necessario (ma non sufficiente, perché la sufficienza su un tema come questo può essere garantita solo dal surplus immateriale della qualità del progetto) per stabilire un rapporto di sostenibilità tra interventi ed Ambiente col mutare

	GARA PER LA REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	Relazione generale	PAG. 273/299	

delle stagioni dell'anno, e di reversibilità degli interventi stessi col mutare e l'evolversi del carattere ecologico e culturale dei luoghi;

- che il raggiungimento di un'elevata qualità ecologica ed ambientale in senso globale costituisca a sua volta la condizione per l'innalzamento dei due obiettivi-chiave di flessibilità e fruibilità, che, come vedremo, animano in modo fondativo la stessa concezione di base del progetto.

La genesi del progetto si fonda sull'obiettivo di creare un rapporto sinergico tra la realtà ambientale del luogo e la ricerca dell'ottimizzazione delle potenzialità funzionali del complesso, e questa sinergia nello sviluppo del progetto e nella sua attuazione, ha animato le scelte estetiche, morfologiche, tecnologiche, funzionali e distributive.

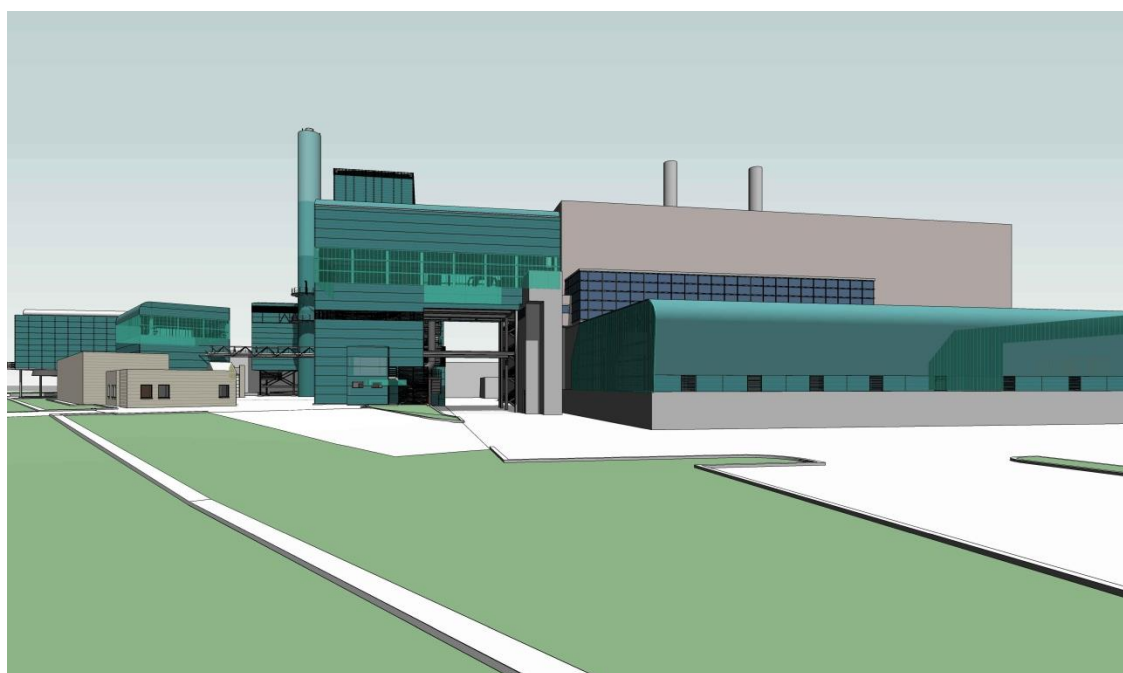


Figura 106 Vista prospettica di insieme dell'Impianto di progetto dalla viabilità esterna dell'area industriale Tossilo

21.3 GLI SPAZI ESTERNI

Particolare attenzione è stata posta nella progettazione degli ambienti esterni, intesi come parte integrante e strategica dell'impianto.


Gli spazi aperti rappresentano una sorta di attraversamento trasversale di tutta la grande area d'intervento, divenendo la struttura portante e fondante dell'intervento edilizio vero e proprio.

Nell'ottica della strutturazione, articolazione e qualificazione del complesso sistema degli spazi esterni, che siano essi aperti o intermedi, gli interventi di progetto risultano determinanti nell'operazione di valorizzazione dell'area vista nella sua totalità, con l'uso appropriato di tutti gli elementi, sia quelli a carattere spiccatamente naturalistici, che quelli propriamente architettonici di nuovo impianto, importanti per il loro carattere funzionale gli uni e suggestivi nelle loro singolarità per il loro incredibile valore ambientale gli altri.



E' previsto l'uso di una maggiore porzione di area asservita all'impianto, in particolare trattasi di una porzione di proprietà della Stazione Appaltante ubicata a nord dell'insediamento, la quale in fase di costruzione verrà utilizzata come area di cantiere e successivamente verrà rinaturalizzata ed utilizzata per l'arredo vegetazionale secondo quanto indicato nella tavola delle sistemazioni esterne finali.



Aiuole esistenti interne all'impianto ampliate e potenziate.

 La sistemazione a verde dell'area esterna mira a realizzare un intervento il più possibile "naturale" puntando soprattutto alla ricucitura della fascia verde esistente parallela alla strada che è stata infoltita con l'inserimento di nuovi alberi di Eucalipto.

Per quanto riguarda gli arbusteti di macchia mediterranea di nuovo impianto nella zona a nord, essi appartengono ad un habitat già presente sull'area e la loro implementazione ricrea il paesaggio tipico della zona senza a mio avviso sembrare troppo un intervento artificiale ma quasi la naturale continuazione della macchia esistente.

	GARA PER LA REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
Relazione generale		PAG. 275/299	

Come impianto prativo si è utilizzato delle tappezzanti rustiche che necessitano di poca manutenzione e che si sviluppano velocemente anche in condizioni climatiche difficili come quelle della Sardegna.

Al fine di valorizzare il luogo in cui l'intervento si inserisce, sono stati preservati i muri a secco esistenti caratteristici di questa porzione di territorio.

All'interno dell'Impianto si è scelto di conservare ed implementare ingrandendole ed inserendo ulteriori arbusti, le aiuole verdi in prossimità della viabilità e del piazzale dell'Impianto.






















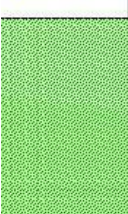





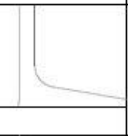

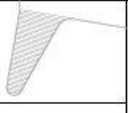

Per una maggiore descrizione di dettaglio si rimanda all'allegato relativo alla sistemazione delle aree a verde URB 1.

22. SISTEMAZIONI AMBIENTALI





Figura 108 Planimetria generale delle sistemazioni a verde (vedi legenda alla pagina seguente)

LEGENDA

	SPECIE ARBOREE		SPECIE ARBUSTIVE:
	(1) Eucaliptus globulus (Eucalipto) Albero maestoso ed elegante, alto fino a 30 metri. E' una pianta sempreverde a rapido accrescimento, richiede suoli sciolti, profondi e ricchi d'acqua ed è coltivato prevalentemente per arboricoltura da legno, per viali frangivento e rimboschimenti. Sup.=355mq		
	(2) Mirto Ha portamento arbustivo o di piccolo alberello, alto da 50 a 300 cm. Presenta foglie di colore verde-scuro e fiori profumati di colore bianco o roseo. n°=67		
	Alberature esistenti Eucaliptus globulus (Eucalipto)		
	SPECIE TAPPEZZANTI: Dicentra repens Erbacea a portamento strisciante dalle esigenze idriche e nutrizionali contenute, Forma cuscini soffici ed uniformi. Non raggiunge altezze superiori a 5cm		
	Trifolium pratense E' una pianta erbacea perenne, geograficamente diffusissima. Resiste ottimamente al freddo. Può arrivare fino a 30 cm di altezza.		
	Teucrium marum - Camedrio maro Arbusto alto 25-30 cm, con rami peloso-biancastri, fittissimi, sottilissimi e duri. Ha odore caratteristico, intenso e pungente.		
	Vinca sardoa - Pervinca di Sardegna Pianta erbacea perenne, sempreverde. Presenta fiori solitari, di colore azzurro- violetto. Fiorisce da marzo a maggio		
	Localizzazione di massima delle aree soggette a impianto di essenze tappezzanti Lascalta di mix o impianti singoli, come la localizzazione delle specifiche essenze nei vari contesti viene rimandata ad un valutazione successiva in funzione dell'attecchimento degli impianti arborei e arbustivi. Sup.=12811mq		
	Bacino artificiale		
	Percorso pedonale in terra stabilizzata Sup.=800mq		
	Aree per la sosta Panchine=12		

Per garantire un più corretto inserimento della nuova infrastruttura nel contesto dell'area vasta circostante l'opera, è stato previsto di realizzare un ampliamento delle aree di pertinenza, comunque ricompreso tra le aree di proprietà della Stazione Appaltante.

	GARA PER LA REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	Relazione generale	PAG. 278/299	

Tale circostanza , a parere dei progettisti, si rende necessaria per consentire una sistemazione ambientale del contorno meno impattante e più compatibile con il contesto stesso.

Nella porzione di area posta a nord dell'area d'impianto, che nella fase di realizzazione verrà utilizzata quale area di cantiere, senza alterarne i residui caratteri di naturalità e ruralità.

Nella fase conclusiva verrà effettuata una sistemazione ambientale molto spinta che prevede il completamento dell'arredo vegetazionale della stessa, la realizzazione di un bacino di accumulo (piccolo laghetto) , la realizzazione di un percorso pedonale fruibile dai visitatori, la piantumazione di essenze autoctone che andranno ad integrare la vegetazione naturale esistente, che come accennato verrà preservata.



Verrà altresì preservato e valorizzato l'esistente muretto a secco che lambisce l'attuale confine. Tale muretto sarà interessato da un accesso all'area di cantiere quindi da temporaneo breve e limitata rimozione di una sua porzione, che verrà ripristinata alla fine dei lavori in fase di sistema finale dell'area.

La sistemazione a verde dell'area esterna mira a realizzare un intervento il più possibile "naturale" puntando soprattutto alla ricucitura della fascia verde esistente parallela alla strada che è stata infoltita con l'inserimento di nuovi alberi di Eucalipto.



Figura 109 Il contesto ambientale circostante all'Impianto con la presenza dei muri in pietra a secco e i filari di eucalipto in prossimità dell'Impianto stesso

Per quanto riguarda gli arbusteti di macchia mediterranea di nuovo impianto nella zona a nord, essi appartengono ad un habitat già presente sull'area e la loro implementazione ricrea il paesaggio tipico della zona senza a mio avviso sembrare troppo un intervento artificiale ma quasi la naturale continuazione della macchia esistente.

	<p>GARA PER LA 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>Relazione generale</p>		<p>PAG. 279/299</p>	



Come impianto prativo si è utilizzato delle tappezzanti rustiche che necessitano di poca manutenzione e che si sviluppano velocemente anche in condizioni climatiche difficili come quelle della Sardegna.

Al fine di valorizzare il luogo in cui l'intervento si inserisce, sono stati preservati i muri a secco esistenti caratteristici di questa porzione di territorio.

All'interno dell'Impianto si è scelto di conservare ed implementare ingrandendole ed inserendo ulteriori arbusti, le aiuole verdi in prossimità della viabilità e del piazzale dell'Impianto.



Figura 110 Porzioni di aiuole esistenti da conservare e potenziare

	GARA PER LA REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	Relazione generale	PAG. 280/299	

23. CRITERI DI PROGETTAZIONE DELLE STRUTTURE

Per la progettazione strutturale dei vari blocchi costituenti l'impianto in oggetto è stata predisposta un'apposita modellazione tridimensionale delle strutture, con analisi dinamica modale; il modello e l'analisi dei risultati del calcolo sono stati effettuati con idonei programmi di calcolo per elaboratore elettronico, ed in particolare sono stati utilizzati i seguenti programmi come modellatori e solutori agli elementi finiti :

- *Strand della Soc. Enexsys*

E' stata effettuata una analisi dinamica modale con gerarchia delle resistenze, applicando le azioni dettagliate nelle specifiche relazioni di calcolo allegate al progetto, e le azioni sismiche di normativa, combinati in modo esaustivo secondo la normativa stessa.

Le verifiche di sicurezza sono state tutte eseguite con il metodo degli stati limite; le strutture sono state verificate in tutti gli stati limite, di esercizio ed ultimi, tali da garantire la durabilità dell'opera.

A tale scopo sono state in particolare esaminate le condizioni concernenti le verifiche relative ai seguenti punti previsti dalla normativa per gli stati limite di esercizio :



- verifiche di fessurazione del calcestruzzo che possono ridurre la durabilità della struttura, la sua efficienza o il suo aspetto
- eccessive deformazioni e distorsioni che possono limitare l'uso della costruzione, la sua efficienza e il suo aspetto
- eccessive deformazioni o distorsioni che possono compromettere l'efficienza e l'aspetto di elementi non strutturali, impianti, macchinari
- eccessive vibrazioni che possono compromettere l'uso della costruzione
- danni per fatica che possono compromettere la durabilità
- corrosione e/o degrado dei materiali in funzione dell'ambiente di esposizione

E' stato tenuto conto dell'azione del vento determinata con riferimento alla vigente normativa.

Per la posizione geografica del sito è stato fatto riferimento alla quota di progetto posta a 410.5 m s.l.m.

Parimenti è stato tenuto conto delle azioni neve e quant'altro necessario.

- Vita nominale : opere ordinarie, VN \geq 50 anni
- Classe d'uso : III – Industrie con attività pericolose per l'ambiente
- Coeff. d'uso costr. : 1.5
- Stati limite : SLC – Stato limite di collasso
- Periodo di ritorno : TR(s) = 1462
- Parametri di pericolosità sismica : $ag = 0.127 \cdot g$ m/s²
F0 = 2.549
T*C = 0.304 s

	GARA PER LA REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	Relazione generale	PAG. 281/299	



Le strutture ,come espressamente richiesto dalla Stazione Appaltante, sono state progettate in modo da garantire la massima duttilità.

Quanto alla resistenza al fuoco delle strutture l'edificio contenente vie di corsa carroporti e Combustione, così come espressamente richiesto dalla stazione Appaltante, é stato previsto che le strutture garantiscano una resistenza temporale minima in caso di incendio, tale da consentire il tempo di evacuazione, così come definita dalle norme vigenti in funzione delle destinazioni d'uso : nel caso in oggetto é stata prevista una resistenza di 120 minuti.

La resistenza al fuoco delle strutture in cemento armato é stata sostanzialmente ottenuta con un idoneo sovradimensionamento delle sezioni aumentando lo spessore del ricoprimento delle armature o aggiungendo strati protettivi, tipicamente intonaci sia specificatamente ignifughi che ordinari. L'incremento di spessore del copriferro e l'eventuale spessore dell'intonaco protettivo infatti vanno a costituire uno strato che si deteriora ma protegge armature e calcestruzzo del nucleo interno dall'aumento di temperatura e relativo decadimento delle caratteristiche meccaniche.

Con riferimento alla tabella A.1 delle norme UNI 9502:2001, indicante i valori di distanza dell'asse dell'acciaio ordinario delle barre dalla superficie esterna ed in funzione del tipo di elemento strutturale e di sua esposizione al fuoco, risultano i seguenti valori minimi :

- | | |
|---|---------|
| • Tipo di struttura | REI 120 |
| • massicce poco esposte, tipo muri, solette piene | 3.40 |
| • strutture con spigoli esposti, quali pilastri e travi ribassate | 5.80 |

	GARA PER LA REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	Relazione generale	PAG. 282/299	

24. MODALITA' DI GESTIONE DELL'IMPIANTO

La termovalorizzazione è l'insieme di vari processi finalizzati al raggiungimento dei seguenti principali obiettivi:

- Combustione ottimale dei rifiuti
- Produzione di energia elettrica con un rendimento termodinamico elevato
- Riduzione al minimo delle emissioni nell'ambiente

I processi principali che interagiscono fra di loro sono i seguenti:

- Mantenimento del carico termico e combustione dei rifiuti
- Temperatura alla fine della camera di postcombustione (T_{2sec})
- Recupero del calore mediante produzione di vapore surriscaldato
- Assorbimento dei gas acidi contenuti nei fumi
- Denitrificazione dei fumi

Questi controlli sono caratteristici del processo di incenerimento; gli ulteriori controlli, descritti in modo sommario, sono quelli tradizionali delle centrali termoelettriche.

Per ognuno dei sopra elencati processi è riportata una descrizione e la modalità di funzionamento.

I software applicativi sono ben sperimentati e permettono un controllo sufficientemente preciso dei processi tenendo presente che il combustibile "rifiuto" è soggetto a continue variazioni caloriche ed analitiche.

24.1 CONTROLLO DEL CARICO TERMICO E DELLA COMBUSTIONE DEI RIFIUTI

24.1.1 Scopo del sistema di controllo



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 ed una poco variabile sollecitazione dei componenti con riflessi positivi sull'affidabilità generale dell'impianto.

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 globale dell'impianto.

Lo scopo principale di tale sistema è quello di mantenere una portata di vapore prodotto 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

	GARA PER LA REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	Relazione generale	PAG. 283/299	

alimentatore, ecc.) per adattarli ai rifiuti immessi in camera di combustione ed ottenere, nelle condizioni di esercizio normale, un funzionamento stabile che si traduce in una portata costante del vapore prodotto.

24.1.2 Strumentazione necessaria

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 ed appositamente installate. Viene comunque posta attenzione alla qualità delle misure ed al loro numero avendo l'accortezza di ridondare le misure più critiche.

Le misure necessarie sono le seguenti:

- temperatura dei fumi uscita caldaia
- contenuto di umidità nei fumi all'uscita caldaia
- portata, temperatura e pressione del vapore prodotto
- portata, temperatura e pressione acqua di alimento
- temperatura di fine camera di Postcombustione T_{2sec}
- portata aria primaria sotto le singole griglie
- portata totale aria primaria
- pressione aria primaria dopo preriscaldatore aria
- depressione camera combustione
- temperatura aria primaria preriscaldata
- portata, temperature e pressione aria secondaria
- portata, temperatura fumi ricircolo
- pressione aria primaria sotto le griglie
- posizioni di fine corsa avanti e indietro dei cilindri delle griglie e alimentatore
- posizioni dei cilindri delle griglie e alimentatore
- segnale blocco griglia e alimentatore
- ossigeno nella camera postcombustione, all'uscita caldaia e al camino
- peso bennata di rifiuti con impulso caricamento (portata rifiuti)
- portata fumi al camino
- azionamento griglia e alimentatore con segnale digitale
- depressione nei condotti fumi all'uscita caldaia
- temperatura griglie e calore scambiato dalle griglie raffreddate con acqua



24.2 DESCRIZIONE DEL FUNZIONAMENTO

24.2.1 Principio di funzionamento

La regolazione della combustione deve rispondere alle variazioni delle caratteristiche dei rifiuti che effettivamente entrano nella camera di combustione (quantità, potere calorifico, umidità, ecc.).

Identificato il modo di caratterizzare i rifiuti immessi in camera di combustione, nonché la loro variazione nel tempo, è variato 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, la distribuzione tra aria primaria e aria secondaria sia la loro temperatura.

	GARA PER LA REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	Relazione generale	PAG. 284/299	

I rifiuti e l'impostazione del carico che si vuole ottenere, determinano anche il settaggio di:

- ossigeno in camera di combustione
- altezza dello strato dei rifiuti nella zona centrale
- marcia della zona 1 della griglia

24.2.2 Valutazione dei rifiuti

Il sistema di controllo automatico è in grado di valutare i rifiuti immessi sulla griglia e la loro variazione nel tempo, utilizzando la strumentazione di gestione dell'impianto.

In via prioritaria è esclusa, per i parametri da utilizzare in questa valutazione, la possibilità di inserire valori standard e non verificati continuamente da misure reali.

È previsto il calcolo della portata dei rifiuti che deve essere considerata il più possibile come un flusso continuo anche se la linea di combustione viene caricata con un sistema discontinuo per mezzo dei carriponte.

I parametri individuati e misurati definiscono e qualificano in modo dinamico i rifiuti che entrano nella camera di combustione, consentendo così di adattare le regolazioni della camera di combustione ai rifiuti ed al Carico desiderato, onde ottenere una gestione ottimale della combustione e di conseguenza un'elevata stabilità, una buona composizione dei fumi e scorie ben mineralizzate.

24.2.3 Movimento alimentatore e griglie

In via generale i componenti della suola di combustione (alimentatore + zone di griglia) sono sempre in movimento e devono svolgere i seguenti compiti:



Alimentatore e zona griglia 1 di essiccamento: sono gli elementi che realizzano il caricamento dei rifiuti ed assicurano l'alimentazione del fuoco in continuità con una quantità ottimale di combustibile. Controllano lo spessore dello strato di rifiuti nella zona griglie centrali, che deve essere misurato e valutato. Il tempo di residenza in questa zona dà la possibilità ai rifiuti con umidità elevata di asciugarsi. Lo spessore dello strato nelle zone centrali è variabile in funzione del carico richiesto ed ai rifiuti, ma è anche impostabile dall'operatore. Questo settaggio determina la richiesta di fermata della zona 1 e dell'alimentatore.

Zona griglia centrale: I compito è quello di regolare la potenza della combustione. Il parametro di esercizio per la regolazione può essere scelto dall'operatore tra il vapore prodotto dalla caldaia e l'O₂ nei fumi.

Zona griglia finale: questa zona si occupa di controllare la completa combustione dei rifiuti e lo spegnimento della fiamma. Questa zona può marciare con movimento ridotto rispetto alle zone precedenti per aumentare il tempo di residenza delle scorie nel forno. La fermata di questa zona deriva dal movimento delle zone precedenti e da un fattore di correzione che tiene conto del carico richiesto, ma che può essere anche impostato dall'operatore.

24.2.4 Regolazione e distribuzione dell'aria

La quantità totale di aria inviata in camera di combustione è preimpostata in relazione al carico impostato dall'operatore e viene regolata in base alla modalità per il controllo del

	GARA PER LA REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	Relazione generale	PAG. 285/299	

carico scelta dall'operatore. Le correzioni dell'aria totale vengono bloccate nel caso il sistema individui anomalie di combustione per esempio: troppa aria rispetto al vapore effettivamente prodotto. La portata di aria primaria è definita in base ai rifiuti alimentati ed al carico impostato. La differenza, rispetto alla quantità totale, è impostata come portata di aria secondaria. Il ricircolo dei fumi è inserito per creare turbolenza e controllare la temperatura di Postcombustione riducendo la formazione di NOx. Il set di portata dei fumi riciclati dipende esclusivamente dal carico e dalla temperatura di Postcombustione

E) REGOLAZIONE DELLA POTENZA DI COMBUSTIONE

Il programma di controllo automatico della combustione agisce sul movimento dei cilindri di comando delle griglie e decide le due possibilità di comando "*vai-ferma*" scegliendo il movimento necessario "*lento/veloce*" in relazione al Carico impostato dall'operatore (con le eventuali limitazioni, calcolate dal Sistema), ai rifiuti immessi in camera di combustione, al set- point vapore risultante dalle elaborazioni ed al set point O₂.

Poiché il sistema deve regolare sostanzialmente la quantità di Vapore prodotto dalla caldaia e l'Ossigeno presente in camera di combustione, sono disponibili sia regolazioni che comandano unicamente questi due parametri, che regolazione combinate che considerano contemporaneamente entrambi i parametri potendo scegliere il parametro prevalente.

Regolazioni semplici: Regolazione O₂, Regolazione Vapore

La regolazione O₂ può essere utilizzata quando ci sono problemi nel sistema vapore (per es: avviamento caldaia, avviamento turbina...), mentre la regolazione vapore può essere utilizzata in assenza della misura di O₂ (avaria o manutenzione).

Regolazioni combinate: Regolazione Vapore/O₂ Regolazione O₂/vapore

La regolazione combinata vapore/O₂ regola principalmente la portata vapore, ma tiene anche conto dell'andamento della percentuale di Ossigeno nei fumi.

La regolazione combinata O₂/vapore regola principalmente la percentuale di O₂ nei fumi, mantenendo anche la portata vapore nel campo nominale prefissato attraverso un adattamento del valore di O₂.

Il sistema di controllo automatico della combustione è in grado di eseguire anche un controllo sul tempo di residenza dei rifiuti sulle griglie per evitare sia l'avanzamento incontrollato dei rifiuti attraverso la camera di combustione e dare loro il tempo ottimale di accensione, che viceversa, una eccessiva fermata sulle griglie.

24.2.5 Operatività



L'operatore stabilisce il carico termico del forno preferibilmente contenuto nell'intervallo 80%-100% ed il sistema lo trasforma in una portata vapore possibile in relazione alla valutazione delle condizioni di marcia dell'impianto e dei rifiuti alimentati.

In linea generale, l'operatore ha la possibilità di intervenire nella conduzione della combustione agendo sempre all'interno del sistema di controllo automatico della combustione.

Non è previsto alcun sistema esclusivamente manuale di conduzione della combustione.

In via indicativa, la possibilità/necessità di intervento manuale da parte dell'operatore sono le seguenti:

- selezione del modo di regolazione del carico (vapore-ossigeno)
- impostazione del set-point Ossigeno

	GARA PER LA REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	Relazione generale	PAG. 286/299	

- impostazione dei fattori di riduzione della marcia delle zone griglie finali
- impostazione del massimo tempo di marcia continua delle griglie
- impostazione del set-point dello strato rifiuti nella zona griglia centrale
- impostazione set-point aria primaria e secondaria
- impostazione set-point posizione finale alimentatore e sua lunghezza della corsa
- impostazione della valutazione rifiuti

24.3 TEMPERATURA T_{2 SEC}

24.3.1 Scopo del sistema di controllo

La legge prescrive che i fumi si mantengano ad 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 viene raggiunta.

I forni sono dotati di bruciatori ausiliari a metano che entrano in regolazione automatica allorché la temperatura tende a scendere sotto la soglia.

24.3.2 Strumentazione necessaria

La strumentazione indispensabile è la seguente:

- Più misure di temperatura (mediante pirometri ottici) alla quota dei 2 sec di permanenza dei fumi nella condizione di CTM
- Più misure come sopra ma un livello più basso cui corrisponde il medesimo tempo di permanenza ma con un carico del 60% del CTM
- Portata vapore surriscaldato

24.3.3 Descrizione del funzionamento

Il Carico termico della linea è definito dalla portata di vapore surriscaldato; ad ogni valore del Carico (portata vapore) corrisponde una portata di fumi e quindi un'elevazione della camera di postcombustione alla quale va misurata la T_{2sec}.

La posizione più elevata è quella corrispondente al CTM.



A questo livello e ad un livello più basso, corrispondente al 60% del carico, sono posizionati dei pirometri ottici che misurano la temperatura dei fumi.

L'interpolazione della temperatura sulla base del Carico termico viene fatta linearmente tra il 60% e il 100% del CTM.

Se la temperatura, calcolata al livello corrispondente al Carico termico, tende ad avvicinarsi alla soglia degli 850°C, si azionano in sequenza i due bruciatori ausiliari; i medesimi si staccano quando le condizioni si sono ripristinate.

Per evitare ritardi il prelavaggio dei bruciatori viene ridotto ad un tempo minimo allorché la temperatura dei fumi nel forno è sempre a 800°C e sono da escludere sacche di gas.

Opportuni ritardi nello spegnimento dei bruciatori impediscono il funzionamento attacca - stacca, il così detto "a denti di sega".

	GARA PER LA REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	Relazione generale	PAG. 287/299	

24.4 CONTROLLO DEL RECUPERO TERMICO

24.4.1 *Scopo del sistema di controllo*

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 significative delle temperature dei fumi che incrementano la corrosione 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 dagli accorgimenti lato fumi, da due attemperatori ad iniezione posti in posizione intermedia tra gli ultimi tre banchi del surriscaldatore.

La corrosione delle superfici di scambio è molto influenzata dalla temperatura dei fumi.

La parte alta con il relativo tetto dei primi due canali radianti è protetta da un riporto in *Inconel*; ciò non toglie che il mantenimento di una temperatura dei fumi sotto i 900-920°C, permetta di contenere l'aggressività dei fumi.

Fondamentale è la temperatura di ingresso ai banchi del surriscaldatore. Anche questi sono protetti ma è ormai ben noto come temperature dei fumi inferiori a 600°C, riducano in modo notevole l'attacco corrosivo.

La stabilità di quest'ultima temperatura assicura nel contempo minori fluttuazioni e quindi migliore controllo della temperatura del vapore surriscaldato.

24.4.2 *Strumentazione necessaria*

La strumentazione dedicata al raggiungimento dello scopo e considerata indispensabile è:

- Temperatura dei fumi alla sommità del primo canale verticale
- Temperatura dei fumi all'ingresso del canale orizzontale convettivo (monte EVA di protezione)
- Temperatura fumi ingresso surriscaldatore
- Temperatura dei fumi all'uscita dell'economizzatore esterno
- Temperatura vapore a monte e a valle del banco finale e del penultimo banco del surriscaldatore

24.4.3 *Descrizione del funzionamento*

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

- Temperatura dei fumi nella parte alta dei canali radianti
- Temperatura dei fumi ingresso convettiva e di conseguenza ingresso surriscaldatore
- Temperatura dei fumi uscita economizzatore esterno
- Temperatura vapore surriscaldato

Per ogni temperatura è previsto un dispositivo automatico o ad azionamento manuale che permette di mantenerla sotto controllo.

La temperatura T_{2sec} e di conseguenza quella alla sommità dei canali, viene regolata per mezzo del ricircolo dei fumi e rientra nei compiti del sistema automatico di controllo del Carico.

24.5 CONTROLLO DELL'ACIDITÀ DEI FUMI

24.5.1 *Scopo del sistema di controllo*

Per l'abbattimento dell'acidità è previsto un reagente alcalino cioè il bicarbonato di sodio in un reattore dedicato.

Il controllo ha la funzione fondamentale e precipua di contenere le emissioni acide (HCl, HF, SO₂) entro i valori garantiti.

Esso ha anche altre due funzioni:

- Contenere il consumo di bicarbonato di sodio che costa più del doppio della calce
- Eliminare i picchi di acidità all'ingresso della sezione di trattamento in modo da facilitare il dosaggio del bicarbonato

24.5.2 *Strumentazione necessaria*

La strumentazione necessaria al raggiungimento dello scopo è la seguente:

- FTIR uscita filtro elettrostatico
- FTIR a camino
- Contenuto di O₂ a camino
- Portata fumi a camino
- Umidità fumi a camino

24.5.3 *Descrizione della regolazione automatica del dosaggio di bicarbonato di sodio*

La regolazione automatica di cui sopra 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:

Misura	Punto di prelievo gas	Unità di misura
HCl in	monte iniezione reagente	mg/Nm ³ secco
SO ₂ in	monte iniezione reagente	mg/Nm ³ secco
HCl out	camino	mg/Nm ³ secco
O ₂ out	camino	% vol secco
Portata fumi out	camino	Nm ³ /h
Umidità fumi out	camino	% vol tal quale



24.5.4 *Calcolo del quantitativo di bicarbonato effettivo "Q effettivo"*

Una volta calcolato il quantitativo teorico di reagente dalle caratteristiche chimico-fisiche e fluidodinamiche dei fumi, questo deve essere moltiplicato per un fattore K che rappresenta l'eccesso stechiometrico al quale si intende lavorare per raggiungere l'obiettivo.

A) *Regolazione FORWARD*

Per la realizzazione di questo tipo di regolazione è necessario un software, opportunamente installato su un PC dotato di una interfaccia (analogica o seriale) che permetta di acquisire in continuo le misure automatiche realizzate, e contemporaneamente effettui i calcoli di cui ai punti precedenti.

Una volta realizzati i calcoli, un opportuno segnale di uscita, relativo alla misura calcolata (in questo caso Q effettivo), è collegato all'apparecchio che è gestito in automatico (in questo caso il variatore di velocità della rotazione della coclea dosatrice del bicarbonato di sodio).

	GARA PER LA REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	Relazione generale	PAG. 289/299	

Questo tipo di regolazione permette di realizzare un dosaggio mirato di reagente in funzione (predittiva) delle variazioni dei contenuti di acidità in ingresso al trattamento.

B) Controllo FEEDBACK e finestra operativa FORWARD

Di per sé il sistema di regolazione FORWARD non consentirebbe di operare nella certezza del rispetto al 100% dei limiti di emissione dei principali inquinanti acidi per tutta una serie di motivi (dosaggio del reagente di tipo volumetrico e non ponderale, variazioni repentine delle concentrazioni di inquinanti in ingresso alla depurazione, ecc., ed, inoltre, l'effetto tampone del filtro a maniche (sulle quali si deposita l'eccesso di carbonato che non ha reagito), potrebbe portare, lavorando a eccesso costante, al raggiungimento di concentrazioni di acidità nei fumi ben al di sotto dei limiti previsti dalla normativa.

Allo scopo è previsto di utilizzare una finestra operativa (LIMITE MAX e limite min) nella regolazione FORWARD che prevede di:

- In caso di discesa del valore di HCl out (mg/Nm³secco 11% O₂) al di sotto del limite min - attivazione di un regolatore che, opportunamente regolato, gestisca al meglio il dosaggio del reagente (diminuisce la velocità di rotazione della coclea dosatrice fino a che il valore della concentrazione di HCl out non rientra nella finestra operativa - ritorno alla regolazione FORWARD).
- In caso di superamento del valore di HCl out (mg/Nm³secco 11% O₂) al di sopra del LIMITE MAX - attivazione di un regolatore che, opportunamente regolato, gestisca al meglio il dosaggio del reagente (aumenta la velocità di rotazione della coclea dosatrice fino a che il valore della concentrazione di HCl out non rientra nella finestra operativa - ritorno alla regolazione FORWARD).

24.6 DENITRIFICAZIONE DEI FUMI

24.6.1 Scopo del sistema di controllo

Il trattamento dei fumi è completato da un reattore catalitico finale avente la funzione di ridurre il contenuto di ossidi d'azoto e completare la riduzione dei microinquinanti organici. L'obiettivo viene raggiunto iniettando dell'ammoniaca a monte del catalizzatore.

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

- Un consumo ridotto di ammoniaca
- Uno *slip* basso di ammoniaca nei fumi al camino

Il catalizzatore inoltre deve funzionare sopra una temperatura minima dei fumi (~180°C). A monte del reattore è posto uno scambiatore vapore-fumi che, mediante un controllo automatico, innalza la temperatura dei fumi nelle fasi transitorie con funzionamento della caldaia perfettamente pulita.

24.6.2 Strumentazione necessaria

La strumentazione necessaria al raggiungimento dello scopo è la seguente:

- FTIR uscita filtro elettrostatico
- FTIR a camino
- Contenuto di O₂ a camino
- Portata fumi a camino
- Umidità fumi a camino

- Portata ammoniacca
- Temperatura fumi ingresso catalizzatore

24.6.3 Regolazione automatica dell'iniezione di ammoniacca

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

- tenore di NOx nei fumi grezzi (uscita elettrofiltro) e nei fumi a camino
- portata vapore o portata fumi, tenore di O₂ e di NH₃ a camino

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



	Misura	Punto di prelievo gas	Unità di misura
1	NOx in	monte iniezione reagente	mg/Nm ³ secco
2	O ₂ in	monte iniezione reagente	% vol secco
3	NOx out	camino	mg/Nm ³ secco
4	NH ₃ out	camino	mg/Nm ³ secco
5	O ₂ out	camino	% vol secco
6	Portata fumi out	camino	Nm ³ /h
7	Umidità fumi out	camino	% vol tal quale

La portata di ammoniacca viene controllata da una valvola regolatrice controllata da un regolatore PID, il cui *set point*, tenendo conto della portata vapore (o portata fumi) e degli NOx nei fumi grezzi, è funzione del valore di NOx desiderato al camino.

24.6.4 Regolazione automatica della temperatura fumi a monte del reattore catalitico

All'ingresso del primo letto di catalisi sono disposte più termocoppie che misurano la temperatura dei fumi su tutta la sezione.

La temperatura più bassa entra nella regolazione automatica del carico del bruciatore a metano installato a monte. Il medesimo bruciatore viene utilizzato anche in fase di avviamento per riscaldare il catalizzatore.

	GARA PER LA REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSIOLO	REV. 0	
	Relazione generale	PAG. 291/299	

24.7 ELENCO DEGLI ULTERIORI PRINCIPALI CONTROLLI AUTOMATICI

Nell'elenco rientrano i principali controlli definiti come tradizionali cioè 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, portata acqua) e garantisce un'ottima regolazione anche in presenza di variazioni brusche di carico termico

Pressione in caldaia

Le valvole di ammissione in turbina controllano la pressione nelle caldaia. Nel caso di superamento della pressione si aprono le valvole di riduzione e desurriscaldamento che by-passano una parte del vapore direttamente al condensatore. La caldaia è dotata di un proprio by-pass turbina utilizzabile in modo indipendente nelle fasi transitorie.

Pressione collettore vapore di bassa pressione



Il vapore arriva al 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 di B.P. o comunque con la turbina ferma, la valvola riduttrice si apre modulando la pressione nel collettore

Vuoto nel condensatore

Il condensatore è raffreddato con aria ventilata. Agendo sulle ventole viene regolata la temperatura e quindi il vuoto.

Pressione e livello nel degasatore

Il vapore di degasaggio è prelevato dal collettore di bassa 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 dal reintegro di acqua demineralizzata al circuito.

	GARA PER LA REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	Relazione generale	PAG. 292/299	

25. ATTIVITÀ DI AVVIAMENTO E COLLAUDO

Preliminarmente alla gestione operativa verrà eseguita l'attività di avviamento e collaudo degli impianti; tale attività per sommi capi sarà svolta con le modalità di seguito riportate. Il personale di gestione durante le fasi di avviamento avrà il compito di supportare operativamente il personale specialistico e di processo al quale è demandato invece il compito di dirigere ed organizzare le varie attività.

Le attività di avviamento, per tutti i sistemi e apparati, possono suddividersi in 3 fasi distinte:

- prove in bianco, volte a verificare che è possibile passare alla fase di prove a vuoto senza danni alle macchine (p.e. ispezione interna serbatoi, rimozione dispositivi di bloccaggio organi rotanti, ecc.).
- prove a vuoto, tese a verificare la funzionalità delle singole apparecchiature in assenza di "carico" (fluidi, temperatura, ecc).
- prove a carico, tese a verificare sia la funzionalità e la messa a punto delle apparecchiature per le quali è necessario il funzionamento a carico (cioè con materiali e/o fluidi nelle condizioni di esercizio), sia la funzionalità delle sezioni di impianto in condizioni di marcia a regime o a carico ridotto.

25.1 PROVE IN BIANCO

Comprendono principalmente:



- a) verifica degli allineamenti e delle quote;
- b) pulizia delle superfici protette con appositi antiossidanti;
- c) verifica delle operazioni di pulizia delle macchine, il riempimento di serbatoi, riduttori, circuiti di lubrificazione, circuiti idraulici, etc. con fluidi e lubrificanti prescritti dai fornitori delle macchine;
- d) verifica che tutti i cinematismi siano sbloccati e liberi di movimento con motori elettricamente e/o meccanicamente scollegati.

25.2 PROVE A VUOTO

Comprendono principalmente:

- e) verifica del completamento degli allacciamenti alle reti dei servizi onde poter disporre dei fluidi ausiliari e delle energie necessari per effettuare le operazioni di messa a punto delle apparecchiature;
- f) verifica del corretto senso di rotazione dei motori eseguendo, ove necessario, l'inversione delle polarità;
- g) verifica del corretto allineamento dei motori-macchine eseguendo, ove necessario, il disaccoppiamento dei giunti dei motori elettrici ed il successivo riaccoppiamento;
- h) verifica del corretto senso di moto dei servomotori, dei pistoni idraulici, etc.;
- i) registrazione meccanica di tutte le apparecchiature quali freni, finecorsa, etc.;
- j) verifica che tutte le macchine siano funzionanti, che girino alla velocità e nella direzione prescritta;
- k) verifica che tutte le sequenze e i dispositivi di sicurezza siano operanti entro limiti imposti dalle caratteristiche degli equipaggiamenti;
- l) esecuzione, ove possibile, della simulazione delle condizioni operative;
- m) pulizia e pressatura idraulica delle linee di tubazioni per verificarne l'integrità;
- n) flussaggio linee di tubazioni, linea aria strumenti (durante prove a carico);

Nell'ambito delle prove a vuoto, con riferimento al sistema di automazione e controllo si

	GARA PER LA REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
Relazione generale		PAG. 293/299	

dovrà dar corso alle seguenti attività;

- verifica dei collegamenti degli strumenti in campo e loro taratura;
- verifica della corretta trasmissione dei segnali tra strumenti in campo e sistema DCU;
- simulazione delle condizioni operative e verifica della risposta del sistema strumentale al variare delle medesime;
- verifica del corretto intervento delle funzioni di blocco e di regolazione;
- verifica della possibilità di comando locale e da remoto tutte le utenze per cui tale possibilità è prevista;
- verifica della funzionalità dei quadri di comando e controllo locali.

25.3 PROVE A CARICO

Le prove a carico saranno eseguite dopo le prove a vuoto e dovranno verificare il funzionamento a carico (cioè con combustibile) delle sezioni dell'impianto.



Nel corso delle prove saranno verificati il buon funzionamento a carico dei sistemi, i parametri di funzionamento, le sequenze funzionali, gli allarmi e gli interventi di emergenza sotto carico, gli azionamenti idraulici, oleodinamici. etc..

Le operazioni saranno eseguite alla potenzialità di progetto dell'impianto o dell'apparecchiatura.

Terminato l'avviamento l'impianto sarà pronto per il periodo di esercizio preliminare e collaudo.

Le dettagliate procedure di avviamento e collaudo verranno sviluppate successivamente quando saranno disponibili i manuali operativi e di macchina con le relative specifiche di avviamento.

In linea di massima si farà riferimento alla procedure previste in sede di fornitura delle singole macchine costituenti gli impianti di centrale.

	GARA PER LA REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	Relazione generale	PAG. 294/299	

26. GESTIONE DEI TRANSITORI DI AVVIAMENTO E FERMATA

La linea è in avviamento fino a quando viene aperta la serranda posta sul canale di carico. Così come è in fermata allorché viene chiusa la medesima serranda.

26.1 AVVIAMENTO

Le operazioni, escluse quelle di primo avviamento con impianto nuovo o dopo grandi manutenzioni, programmate fino all'apertura della serranda sono le seguenti:

- Verifica che tutti i livelli siano rispettati
- Verifica che tutte le porte d'ispezione siano chiuse
- Inizio riscaldamento delle parti in pressione della caldaia
- Inizio riscaldamento filtro elettrostatico mediante le resistenze elettriche dedicate
- Inizio riscaldamento filtro a maniche e reattore mediante circuito esterno ventilato e relativa batteria elettrica

Le operazioni sono eseguite senza flusso di fumi derivanti dall'accensione di bruciatori e quindi con il ventilatore di tiraggio fermo.

Completati i riscaldamenti elencati si inizia il dosaggio di Bicarbonato, per proteggere le maniche dai fumi di combustione (PRECOATING), quindi vengono inseriti i bruciatori di accensione e progressivamente quelli ausiliari.

Il catalizzatore viene portato in temperatura con lo scambiatore dedicato. Tutti i fumi vengono estratti dal ventilatore di tiraggio.

La caldaia viene alimentata a spot con acqua degasata.

Il vapore prodotto viene sfiorato al condensatore tramite la valvola di by-pass .

La pressione in caldaia viene progressivamente aumentata fino al valore di targa e così pure la temperatura dei fumi in camera di postcombustione fino alla soglia minima prescritta di 850°C.

Raggiunta la temperatura minima dei fumi di 180°C nel catalizzatore si inizia il dosaggio di ammoniaca.

Vengono inseriti i campi elettrici del filtro elettrostatico.

Tutte le regolazioni funzionano in automatico.

Si apre la serranda e si alimentano i rifiuti riducendo il carico dei bruciatori; in particolare vengono spenti i bruciatori di accensione.

Quando le condizioni del vapore sono stabili, il medesimo viene inviato in turbina.

Raggiunto un carico termico dell'80% il gruppo forno –caldaia viene messo in automatico mediante il sistema di controllo della Combustione al carico prefissato voluto.

26.2 FERMATA



Quando si decide di fermare la linea si lascia scendere il livello dei rifiuti nel canale di carico e si chiude la serranda.

La gestione del gruppo forno-caldaia viene effettuata in manuale riducendo il carico fino allo smaltimento completo dei rifiuti contenuti nel canale di carico e sulla griglia.

In questa fase i bruciatori ausiliari sono sempre gestiti in automatico in modo da mantenere la temperatura minima di 850°C.

Il vapore prodotto viene sfiorato al condensatore tramite la valvola di by-pass. Una volta che le fiamme sulla griglia sono spente si chiudono le immissioni di reagenti al trattamento dei fumi.

Lo spegnimento dei bruciatori ausiliari e del ventilatore di tiraggio sono le ultime operazioni

	GARA PER LA REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	Relazione generale	PAG. 295/299	

27. GESTIONE DELLE CONDIZIONI DI EMERGENZA

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

- Mancanza forza motrice
- Anomalie alla sezione trattamento fumi
- Anomalie dello SME
- Scoppio di una tubazione della caldaia

27.1 MANCANZA FORZA MOTRICE

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

La turbina produce la forza motrice solo per l'autoconsumo dell'impianto; il vapore in esubero viene 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:

- Motore piccolo del ventilatore tiraggio fumi
- Un motore delle pompe oleodinamiche
- Un bruciatore ausiliario
- Un compressore aria
- Una pompa reintegro acqua demineralizzata al degasatore
- Una pompa estrazione condensato

Anche una pompa elettrica di alimento caldaie è azionabile mediante il gruppo elettrogeno; essendo però l'impianto dotato di una turbo pompa questa entra automaticamente in esercizio in caso di bassa pressione sulla tubazione dell'acqua di alimento.

Con i presidi previsti la linea è gestibile fino allo smaltimento dei rifiuti contenuti nel canale di carico e al conseguente raffreddamento dei refrattari.

La serranda sul canale di carico viene chiusa una volta che il livello dei rifiuti si è abbassato.

27.2 ANOMALIE ALLA SEZIONE TRATTAMENTO FUMI

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 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

Le anomalie dei sistemi di trasporto delle ceneri o dei PSR sono gestite con fuori via che caricano direttamente degli scarrabili.

	GARA PER LA REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	Relazione generale	PAG. 296/299	

Anomalie più gravi, ad esempio il fuori servizio del motore principale del ventilatore fumi, impongono la fermata della linea.

27.3 ANOMALIE DELLO SME

E' 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 ed affidabile è costituita da un analizzatore di "backup", generalmente uno FTIR identico agli altri presenti nella cabina SME, che, in condizione di guasto, va a sostituire l'analizzatore fermo. La commutazione avviene mediante un multiplexer a comando manuale, che commuta 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 viene duplicata, invece, la misura delle polveri, perché gli strumenti sono troppo ingombranti e sarebbe difficile allocarli all'interno del camino, la misura del Mercurio ed il campionamento delle Diossine perché non richieste dalla Normativa.

27.4 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.

Lo scoppio di un collettore, per altro rarissimo, è molto più critico e viene analizzato nel paragrafo che segue. Tornando al singolo tubo, di norma il medesimo 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, capiscano per tempo la presenza della perdita e fermino la linea con la procedura normale.

	GARA PER LA REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	Relazione generale	PAG. 297/299	

28. MODALITA' DI ARRESTO IN SICUREZZA

Come descritto nei paragrafi precedenti l'intero 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:

- Scoppio di un collettore della caldaia
- Esplosione di una bombola o di un ordigno

28.1 SCOPPIO DI UN COLLETORE

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 automatico.

La prima operazione è quella di cercare di mantenere il livello nel corpo in caso contrario è possibile che le pompe vadano in cavitazione e possono subire danni.

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, spegnere i fuochi. L'operazione è eseguibile con le opportune protezioni personali.



28.2 ESPLOSIONE DI UNA BOMBOLA O DI UN ORDIGNO

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

Purtroppo i medesimi 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 fattibili.

	GARA PER LA REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	Relazione generale	PAG. 298/299	

29. MANUTENZIONE ORDINARIA E STRAORDINARIA

Il piano di manutenzione finale viene redatto al completamento del progetto esecutivo e allorché tutti i componenti dell'impianto sono stati ordinati.

In questa fase di progetto definitivo si è preparato uno schema informativo del piano di manutenzione.

29.1 MANUTENZIONE PROGRAMMATA

Le principali ispezioni e manutenzioni sono sotto riportate:

A) Ispezione giornaliera

Il personale di gestione controlla:

- non vi siano perdite di aria compressa, olio, fumi, acqua, reagenti
- non vi siano vibrazioni o rumori anormali
- controllo analitico delle acque di caldaia e del ciclo
- la strumentazione di controllo e analisi lavori correttamente

B) Ispezione settimanale

Il personale di manutenzione provvede a:

- verifica dei livelli di olio nei riduttori
- lubrificazione dove è richiesto
- verifica ed aggiustaggio dei sistemi di trasporto ceneri e polveri
- calibrazione degli strumenti più importanti e pulizia delle sonde di prelievo degli analizzatori
- verifica della corretta atomizzazione delle lance della soluzione ammoniacale

C) Ispezione trimestrale



Il personale di manutenzione assistito da specialisti e/o laboratori esegue:

- verifica delle vibrazioni dei ventilatori aria di combustione e tiraggio fumi
- verifica delle vibrazioni dei mulini del bicarbonato di sodio
- verifica della pulizia delle zone sottogriglia
- calibrazione degli strumenti di analisi dei fumi e delle temperature in camera di combustione.

D) Ispezione e manutenzione annuale

Queste attività sono eseguite durante la fermata lunga annuale da parte del personale di manutenzione e con la collaborazione di specialisti.

- verifica dello sporco della caldaia e degli economizzatori e pulizia mediante lance ad aria compressa o acqua in pressione o microcariche
- verifica degli spessori dei tubi evaporanti e dei surriscaldatori
- verifica funzionale dei bruciatori a metano del forno
- verifica delle usure dell'estrattore a bagno d'acqua, dei trasportatori a nastro gommato e delle coclee ceneri
- verifica dello sporco dei condensatori del vapore e relativa pulizia
- verifica dei gruppi pompe, delle relative usure ed eventuale sostituzione delle tenute e/o baderne
- verifica delle sedi delle principali valvole di regolazione
- verifica dello sporco del catalizzatore ed eventuale lavaggio con acqua

	GARA PER LA REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	Relazione generale	PAG. 299/299	

- verifica del sottogriglia: barrotti rotti o sollevati, sporcamento binari e guide delle ruote, stato dei flessibili dell'acqua di raffreddamento , stato delle lance di lavaggio della caldaia e degli altri sistemi di pulizia (martelli)
- verifica e/o sostituzione dei piatti raschiatori dell'alimentatore pulizia del piano di griglia ed eventuale sostituzione dei barrotti danneggiati
- rimozione dei depositi di scoria dai refrattari ed eventuale riparazione dei medesimi
- verifica (biennale) del riporto in Inconel ed eventuali piccoli ritocchi
- verifica nell'usura degli ugelli di atomizzazione della soluzione ammoniacale ed eventuale sostituzione
- verifica del corretto funzionamento delle serrande di by-pass del catalizzatore
- verifica dei cuscinetti e delle trasmissioni del ventilatore di tiraggio; pulizia della girante e bilanciamento
- verifica dell'usura dei mulini e dei relativi ventilatori del bicarbonato
- verifica dello stato delle maniche del filtro anche sulla base dei risultati della marcia (eccessivo contenuto di polveri, perdita di carico elevata, intervallo di pulizia frequente...)
- con la cadenza prescritta dal costruttore sono effettuate le verifiche della turbina.

29.2 MANUTENZIONE STRAORDINARIA

Le sotto elencate manutenzioni sono da considerarsi come straordinarie:

- sostituzione integrale del rivestimento refrattario nella zona di combustione;
 - indicativamente ogni 3 anni (24.000 h di esercizio)
- sostituzione integrale dei barrotti delle griglie delle zone di essiccamento e combustione;
 - indicativamente ogni 4 anni (32.000 h di esercizio)
- estensione del rivestimento in Inconel delle pareti dei canali radianti:
 - questa operazione è in genere opportuna dopo 3-5 anni di esercizio ma è dipendente dai rifiuti che vengono inceneriti e dalla loro aggressività.
- sostituzione dei banchi del surriscaldatore.
 - I banchi rivestiti in Inconel hanno una durata superiore a 7-8 anni (circa 60.000 h di esercizio). Quelli non rivestiti a più bassa temperatura hanno una vita confrontabile agli altri: sono però meno soggetti alle caratteristiche dei rifiuti.
- sostituzione delle maniche del filtro
 - indicativamente ogni 4 anni (32.000 h di esercizio)
- sostituzione integrale del catalizzatore
 - indicativamente ogni 5 anni (40.000 h di esercizio).