

Regione autonoma della Sardegna
(Provincia di Nuoro)



Comune di Macomer

CONSORZIO PER LA ZONA INDUSTRIALE DI MACOMER

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

ATI: AREA IMPIANTI - MONSUD S.p.A.





Progettista incaricato:



PROGETTO ESECUTIVO



	REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	Calcolo termodinamico e dimensionamento del condensatore ad aria	PAG. II/10	



Sistema Qualità Certificato



UNI EN ISO 9001 (ISO 9001)
Certificato n° FS 587971





CODICE DESCRITTIVO: ITV240FMRC744.00			N° ALLEGATO: D.14		
0	01/01/2016	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>

	REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	Calcolo termodinamico e dimensionamento del condensatore ad aria	PAG. III/10	

INDICE



1.	CONTENUTI DELLA RELAZIONE	4
2.	INTRODUZIONE	5
3.	DATI GENERALI AL CTN	6
4.	DIMENSIONAMENTO CICLO TERMICO	7
5.	DATA SHEET.....	9
6.	PERFORMANCE CURVES	10

	REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	Calcolo termodinamico e dimensionamento del condensatore ad aria	PAG. 4/10	

1. CONTENUTI DELLA RELAZIONE

Il presente Progetto esecutivo 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)

Il presente elaborato è inoltre redatto in conformità a quanto previsto nel Capitolato Speciale d’Appalto alla parte Terza capitolo 7, pag. 18.

	REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	Calcolo termodinamico e dimensionamento del condensatore ad aria	PAG. 5/10	

2. INTRODUZIONE



Per il calcolo termodinamico ed il dimensionamento del condensatore ad aria si fa riferimento diretto al documento "ITV240FMRE732.00 - Rel.D.2 Relazione di calcolo per 6 punti diagramma di combustione" a cui si rimanda per qualsiasi informativa risulti mancante nel presente elaborato.

3. DATI GENERALI AL CTN

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

temperatura combustibile	20 °C
peso specifico apparente combustibile	200 kg/m ³

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 %

	REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSILO	REV. 0	
	Calcolo termodinamico e dimensionamento del condensatore ad aria	PAG. 7/10	

4. DIMENSIONAMENTO CICLO TERMICO

CALCOLO CICLO TERMICO - n° 2 SPILLAMENTI			
INPUT CICLO TERMICO		UM	UM
T aria raffredd. condensatore (progetto)	20,0	°C	293,15 K
T acqua reintegro ciclo (progetto)	20,0	°C	293,15 K
Pressione scarico turbina (condensatore)	10	kPa	0,100 bar.a
Pressione degasatore	143	kPa	1,43 bar.a
Pressione 1° spillamento	1 200	kPa	12,00 bar.a
Temperatura 1° spillamento	250,0	°C	523,15 K
Portata 1° spillamento	0	kg/h	0,00 t/h
Pressione 2° spillamento	600	kPa	6,00 bar.a
Temperatura 2° spillamento	175,0	°C	448,15 K
Portata 2° spillamento	4 000	kg/h	4,00 t/h
Efficienza termodinamica turbina (isoentropica)	0,80		
Efficienza meccanica turbina/riduttore	0,98		
Efficienza alternatore	0,98		
OUT CALDAIA			
Portata vapore surriscaldato	8,97	kg/s	32,31 t/h
Pressione vapore surriscaldato	5 000	kPa	50,0 bar.a
Temperatura vapore surriscaldato	410	°C	683,15 K
Entalpia vapore surriscaldato	3 221,16	kJ/kg	769,4 kcal/kg
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	2 332	kJ/kg	556,91 kcal/kg
Calore latente di condensazione	2 392,05	kJ/kg	571,33 kcal/kg
Titolo vapore allo scarico reale	0,89		
EQUAZIONI DI BILANCIO CICLO TH			
INPUT			
Portata vapore alle tenute (Q3')	200	kg/h	0,20 t/h
Portata vapore agli eiettori (Q3'')	200	kg/h	0,20 t/h
Reintegro % di portata acqua alimento	1	%	
Portata make up (Q2)	325	kg/h	0,32 t/h
Portata blow down (Q6)	162	kg/h	0,16 t/h
Portata a preriscaldatore aria 1a (Q7)	2 084	kg/h	2,08 t/h
Portata acqua alimento IN caldaia (Q5)	32 467	kg/h	32,47 t/h
Portata vapore OUT caldaia (Qc)	32 305	kg/h	32,31 t/h
Portata vapore IN turbina (Qv)	32 105	kg/h	32,11 t/h
1 - Bilancio di massa turbina			
$Qv = \text{portata vapore} = \text{portata condensatore (Q1)} + \text{TLR} + \text{portata 1° spill (Q1s)} + \text{portata 2° spill (Q2s)}$			
Q1	28 105	kg/h	28,11 t/h
2 - Bilancio di massa pozzo caldo			
$Q1 + Q3' + Q3'' + Q2 = \text{portata condensato (Q3)}$			
Q3	28 830	kg/h	28,83 t/h
3 - Bilancio di massa collettore MP			
$Q1s = Q7 + \text{portata di degasazione (Q4)} + Q3'$			
Q4	1 716	kg/h	1,72 t/h
4 - Input per preriscaldatore fumi/condensato			
P condensato di rilancio al pozzo caldo	11,5	bar.a	
T condensato al pozzo caldo	44,8	°C	1,0 °C
dT condensato in scambiatore eiettori	2,0	°C	
dT condensato in gland condenser	0,5	°C	
T condensato IN preriscaldatore	47,3	°C	
Entalpia specifica	199,1	kJ/kg	

5 - Bilancio entalpico degasatore

Acqua alimento caldaia (Q5)

Portata OUT 32 467 kg/h
Temperatura 110,0 °C
Entalpia 461,42 kJ/kg

Blown down (Q6)

Portata IN 162 kg/h
Temperatura 270,0 °C
Entalpia **1 185,09** kJ/kg

Condensato (Q3)

Portata IN 28 830 kg/h
Temperatura **83,5** °C
Entalpia 349,72 kJ/kg

pressione all'ingresso **2,5** bar.a

Condensa preriscaldatore aria 1a (Q7)

Portata IN 2 084 kg/h
Temperatura **136,8** °C
Entalpia **575,66** kJ/kg

Perdite = Make up (Q2)

Portata OUT 325 kg/h
Temperatura 110,0 °C
Entalpia 2 691,06 kJ/kg

Degasazione (Q4)

Portata IN 1 563 kg/h
Temperatura 173,0 °C
Entalpia 2 803,57 kJ/kg

dt all'ingresso **2,0** °C
91,1 %
pressione all'ingresso **4,0** bar.a

Condensa preriscaldatore DeNOx

Portata IN **0,00** kg/h
Temperatura **149,0** °C
Entalpia 627,67 kJ/kg

pressione all'ingresso **5,0** bar.a
dt all'ingresso **60,0** °C

Equilibrio 2 kJ

6 - 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 m³/s 2 252 194 m³/h

dt aria/vapore **6,0** °C

7 - Bilancio potenza turbina

Potenza meccanica 1° salto 2 461 kW 2,5 MW
Potenza meccanica 2° salto 1 258 kW 1,3 MW
Potenza meccanica 3° salto 3 634 kW 3,6 MW
Potenza teorica turbina 7 353 kW 7,35 MW
Potenza effettiva turbina 7 220 kW 7,22 MW



	REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA LINEA DI TERMOVALORIZZAZIONE DA 30 MWt PRESSO IL SISTEMA DI TRATTAMENTO RIFIUTI DI MACOMER/TOSSIOLO	REV. 0	
	Calcolo termodinamico e dimensionamento del condensatore ad aria	PAG. 9/10	

5. DATA SHEET

THERMOHYDRAULIC DESIGN DATA		CONDENSER ARRANGEMENT	
Duty	18,35 MW	Design	ACC A Frame
Steam Flow	30600,00 kg/h	Number of Modules	3
Pressure Turbine Exhaust	100 mbar	Total number of streets	1
Enthalpy Turbine Exhaust	2335,0 kJ/kg	Total width at columns	12.5 m
Wetness of steam	10 %	Total length at columns	18.54 m
Ambient Air Temperature	20,0 °C _{el}	Fan deck level	5.2 m
Ambient Air Pressure	1013.3 mbar	Top manifold level	17.7 m
Minimum ambient air temperature	-5 °C _{el}	Top wind wall height	15.9 m
ACC performance guarantee following VGB-R 131 Me (top manifold wind velocity 3 m/s)		Steam Duct Diameter	1.4 m
		Riser Diameter	1.4 m
NOISE PARAMETERS		FAN AND DRIVE DESIGN	
sound pressure level at 1 m from ACC	70 dB(A)	FAN DATA	
Sound not considered:	Bypass	Diameter	16 ft 4,8768 m
		Fan blade material	FRP or ALU
TUBE AND FIN GEOMETRY		SPEED REDUCER DATA	
FIN TUBE	Single Row Condenser	Type	Belt Drive
Design pressure	0,49 bar(g)	Speed Reducer Ratio	
Design temperature	120 °C	MOTOR	
Shop test pressure	0,55 bar(g)	Nominal Speed	990 RPM
Site leak test pressure	0,30 bar(g)	Nominal Power	37 kW
		Control Mode	VFD
CORE TUBE DATA	C.S. Aluminium Cladded	POWER CONSUMPTION of FAN UNITS	
Tube Dimensions	219 x 19 mm	Total consumed power at motor terminals	178 kW _e
FIN DATA	Aluminum	<i>Notes</i>	
Fin shape	Corrugated	a) Data based on design point	
Fin bonding to core tube	Brazing	b) Data not transferrable to other designs or operation points	
Length x Height	57 x 200 mm	c) Data for fan & drive are only indicative	
Fins per meter / Fins per inch	433,1 / 11 FPM/FPI		
TUBE BUNDLE			
Number of fin tube bundles	18		
No of Tubes per Bundle	36		
Total fin side heat exchanger surface	53.530,7 m ²		
Total Face Area	413,5 m ²		

6. PERFORMANCE CURVES

Design Heat Duty	18,352	MW
Design Turbine Exhaust pressure	100	mbara
Design steam Enthalpy	2335	kJ/kg
Design Barometric pressure	1013	mbar
Design Ambient Air temperature	20	°Cel
Design steam Flow	8,56	kg/s
Curves for constant steam quality at design condition	0,8957	kg/kg

Fans at full speed, operating condition according to ASME PTC.
Point outside guarantee point for information only!

