

COMUNE DI PISTOIA

Relazione tecnica di progettazione e dimensionamento di un camino singolo
in nuova centrale termica a servizio della scuola G. Marconi posta in
Pistoia, via Niccolo' Puccini n. 19,

Committente: Paci Giovanni, direttore degli Istituti Raggruppati - Azienda Pubblica di Servizi alla Persona

Tecnico: Dott. Ing. Tarantino Alessio

Pisa li, giugno 2018



Indice generale

PREMESSA.....	4
DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO.....	5
Descrizione dell'intervento.....	5
Generatore.....	6
Canale da fumo.....	7
Camino.....	8
Comignolo.....	9
RISULTATI DI CALCOLO.....	10
RIEPILOGO TEMPERATURE.....	13

PREMESSA

Normativa di riferimento

Il progetto è stato realizzato in base alle normative seguenti:

UNI EN 13384-1

Camini - Metodi di calcolo termico e fluido dinamico. Parte 1: Camini asserviti a un solo apparecchio.

UNI EN 13384-2

Camini - Metodi di calcolo termico e fluido dinamico. Parte 2: Camini asserviti a più apparecchi di riscaldamento.

Gli impianti, inoltre, devono essere realizzati a regola d'arte, come prescritto dalle normative vigenti, ed in particolare dal D.M. 22 gennaio 2008, n. 37.

Le caratteristiche degli impianti stessi, nonché dei loro componenti, devono essere in accordo con le norme di legge e di regolamento vigenti ed in particolare devono essere conformi:

- alle prescrizioni di autorità locali, comprese quelle dei VVF;
- alle norme CEI (Comitato Elettrotecnico Italiano).

DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO

Descrizione dell'intervento

L'impianto è a **Flusso non bilanciato**. Il funzionamento è a **Tiraggio naturale (pressione negativa)**; la verifica effettuata è **A umido (con condensazione)**. I camini sono due e il calcolo effettuato è il medesimo che verifica entrambe le configurazioni ed in entrambi i casi solo per il tratto verticale del camino è previsto l'intubamento in canne fumerie esistenti.

Di seguito è descritto l'intervento realizzato.

Progettazione e dimensionamento di un camino singolo

Configurazione



Dati generali

Temperatura dell'aria esterna	
Temperatura aria esterna massima T_L max	20 °C
Temperatura aria esterna minima T_L min	-13 °C

Generatore

Dati tecnici	
Marca	BONGIOANNI
Modello	ALUBONGAS 1 150/H
Tipo generatore	Caldaia
Combustibile	Metano
Diametro scarico fumi	150.0 mm
Dati caldaia	
Tipo combustione	Forzata
Generatore a condensazione	Si
Potenza	Variabile
Rendimento	97.8 %
Potenza nominale (QN)	146.7 kW
Portata termica nominale (QF)	150.0 kW
Potenza minima (QNmin)	29.0 kW
Portata termica minima (QFmin)	30.0 kW
Caratteristiche fumi (potenza nominale)	
Portata massica (Mw)	0.06460 kg/s
Temperatura fumi (Tw)	60.0 °C
Tenore di CO2 (σ (CO2))	9.6 %
Pressione differenziale (Pwo)	112.0 Pa
Pressione differenziale min (Pwomin)	0.0 Pa
Caratteristiche fumi (potenza minima)	
Portata massica (Mw)	0.01610 kg/s
Temperatura fumi (Tw)	40.0 °C
Tenore di CO2 (σ (CO2))	9.5 %
Pressione differenziale (Pwo)	112.0 Pa
Pressione differenziale min (Pwomin)	0.0 Pa

Dati tecnici	
Marca	Crepaz
Modello	Doppia parete 50
Descrizione	Canna fumaria inox doppia parete con isolamento da 50 mm
Geometria	
Altezza efficace - Hv	3.5 m
Lunghezza - Lv	9.2 m
Coefficiente di resistenza al flusso - Zeta	0.90 m
Forma	Circolare
Diametro idraulico interno	200 mm
Spessore	51.2 mm
Diametro esterno	302 mm
Area interna	314.16 cm²
Caratteristiche tecniche	
Tipo	Monostrato
Rugosità	1.0 mm
Resistenza termica - RT	1.15285 m²K/W
Pressione massima ammessa dal condotto	200 Pa
Esposizione area della superficie esterna del condotto	
Nel locale caldaia	40 %
Nelle aree riscaldate	0 %
Nelle aree non riscaldate interne all'edificio	0 %
Esterna all'edificio	60 %

Elementi di resistenza al flusso

Descrizione	Resistenza (m)	Quantità
Maggioratore - $A1 / A2 = 0,2 - \zeta$	0.60	1
Curva 60° - $R = 2,0 \times Dh - Ld / Dh \geq 30$	0.10	1
Curva a gomito - $\gamma = 10^\circ - Ld / Dh \geq 30$	0.10	2
Totale	0.90	

Strati del condotto (dall'interno verso l'esterno)

Materiale	Diam. int. (mm)	Spessore (mm)	λ (W/(mK))	Rt (m ² K/W)
Acciaio inossidabile	200.0	0.6	17.000	0.00004
Lana di roccia	201.2	50.0	0.035	1.15970
Acciaio inossidabile	301.2	0.6	17.000	0.00004

Dati tecnici	
Marca	Crepaz
Modello	Doppia parete 30
Descrizione	Canna fumaria inox doppia parete con isolamento da 30 mm
Geometria	
Altezza efficace - Hc	16.0 m
Lunghezza - Lc	16.0 m
Coefficiente di resistenza al flusso - Zeta	1.00 m
Forma	Circolare
Diametro idraulico interno	200 mm
Spessore	31.2 mm
Diametro esterno	262 mm
Area interna	314.16 cm²
Caratteristiche tecniche	
Tipo	Monostrato
Rugosità	1.0 mm
Resistenza termica - RT	0.74575 m²K/W
Pressione massima ammessa dal condotto	200 Pa
Esposizione area della superficie esterna del condotto	
Nel locale caldaia	0 %
Nelle aree riscaldate	0 %
Nelle aree non riscaldate interne all'edificio	0 %
Esterna all'edificio	100 %

Elementi di resistenza al flusso

Descrizione	Resistenza (m)	Quantità
Terminale parapigioggia - H / Dh = 1,0 - ζ	1.00	1
Totale	1.00	

Strati del condotto (dall'interno verso l'esterno)

Materiale	Diam. int. (mm)	Spessore (mm)	λ (W/(mK))	Rt (m ² K/W)
Acciaio inossidabile	200.0	0.6	17.000	0.00004
Lana di roccia	201.2	30.0	0.035	0.75015
Acciaio inossidabile	261.2	0.6	17.000	0.00004

Comignolo	
Isolamento supplementare	
Isolamento supplementare presente	No
Ubicazione	
Tipo regione	Interna
In zona reflusso	No
Pressione generata dalla velocità del vento - PL	0.0 Pa

RISULTATI DI CALCOLO

Verifiche

Verifica	Valori	U.M.	Ver.
Condizione A (generatore a pot. nominale e temp. esterna max)			
$P_Z \geq P_{Ze}$	$8.5 \geq 1.1$	Pa	Si
$P_Z \geq P_B$	$8.5 \geq 4.0$	Pa	Si
Condizione B (generatore a pot. min e temp. esterna max)			
$P_Z \geq P_{Ze}$	$5.7 \geq 1.9$	Pa	Si
$P_Z \geq P_B$	$5.7 \geq 4.0$	Pa	Si
Condizione C (generatore a pot. nominale e temp. esterna min)			
$T_{iob} \geq T_g$	$44.4 \geq 0.0$	°C	Si
Condizione D (generatore a pot. min e temp. esterna min)			
$T_{iob} \geq T_g$	$15.6 \geq 0.0$	°C	Si

Legenda

- P_Z Tiraggio minimo all'ingresso dei prodotti della combustione nel camino
 P_{Ze} Tiraggio minimo richiesto all'ingresso dei prodotti della combustione nel camino
 P_B Effettiva resistenza alla pressione dell'aria comburente
 T_{iob} Temperatura della parete interna allo sbocco del camino in equilibrio termico
 T_g Limite di temperatura

Condizioni di funzionamento

Condizione A: generatore alla potenza nominale e temperatura aria esterna massima.

Condizione B: generatore alla potenza minima e temperatura aria esterna massima.

Condizione C: generatore alla potenza nominale e temperatura aria esterna minima.

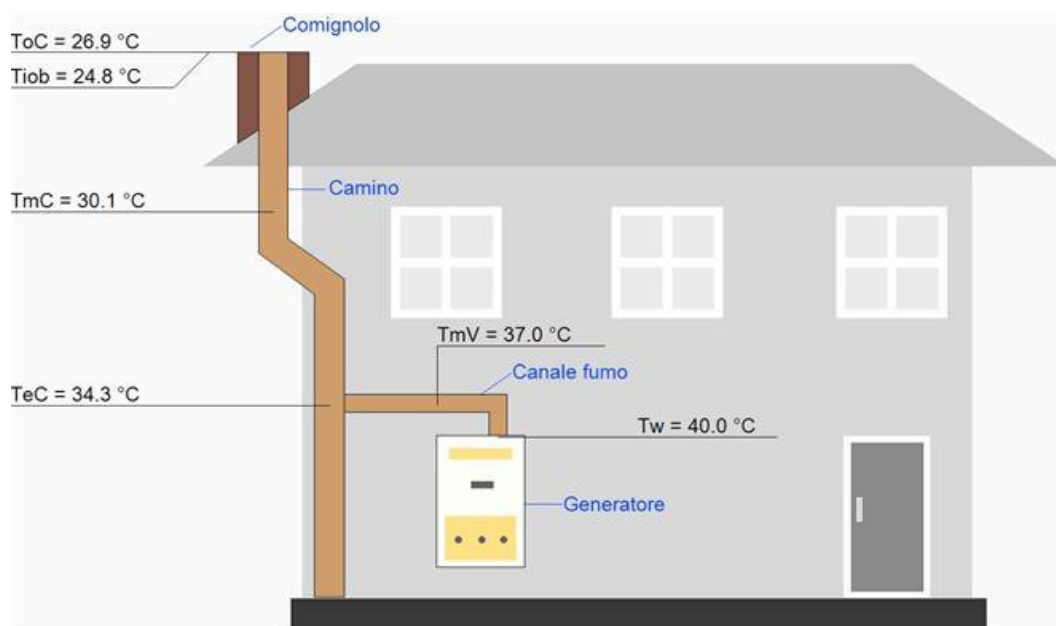
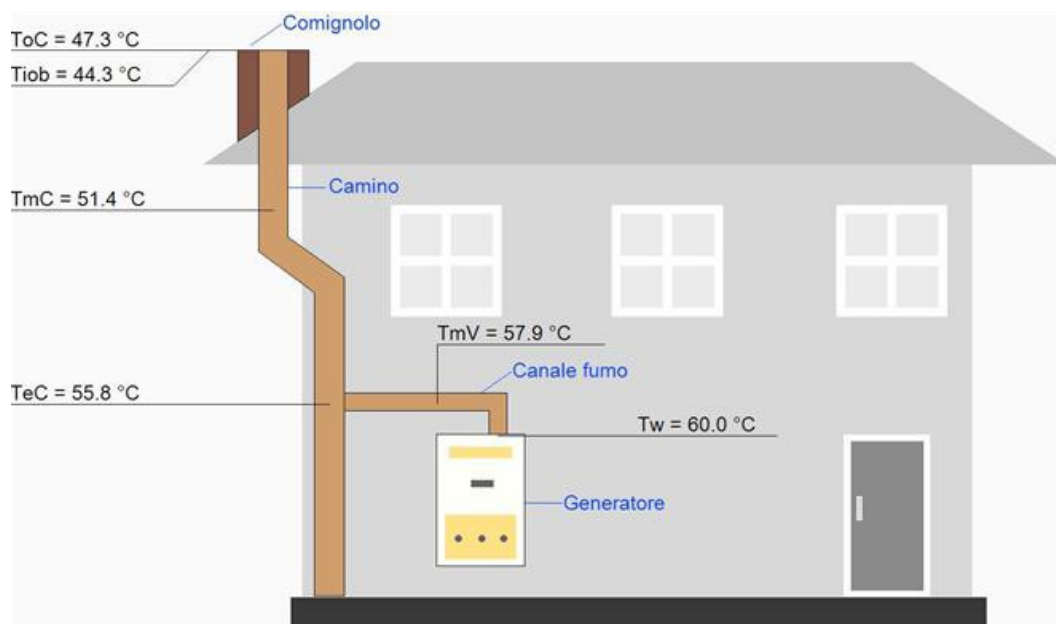
Condizione D: generatore alla potenza minima e temperatura aria esterna minima.

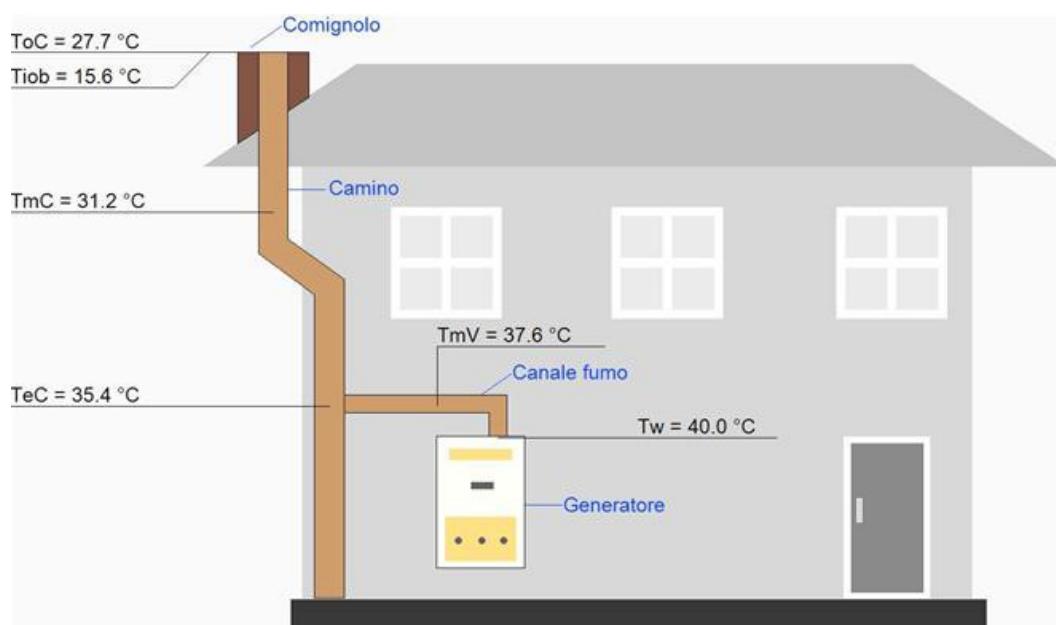
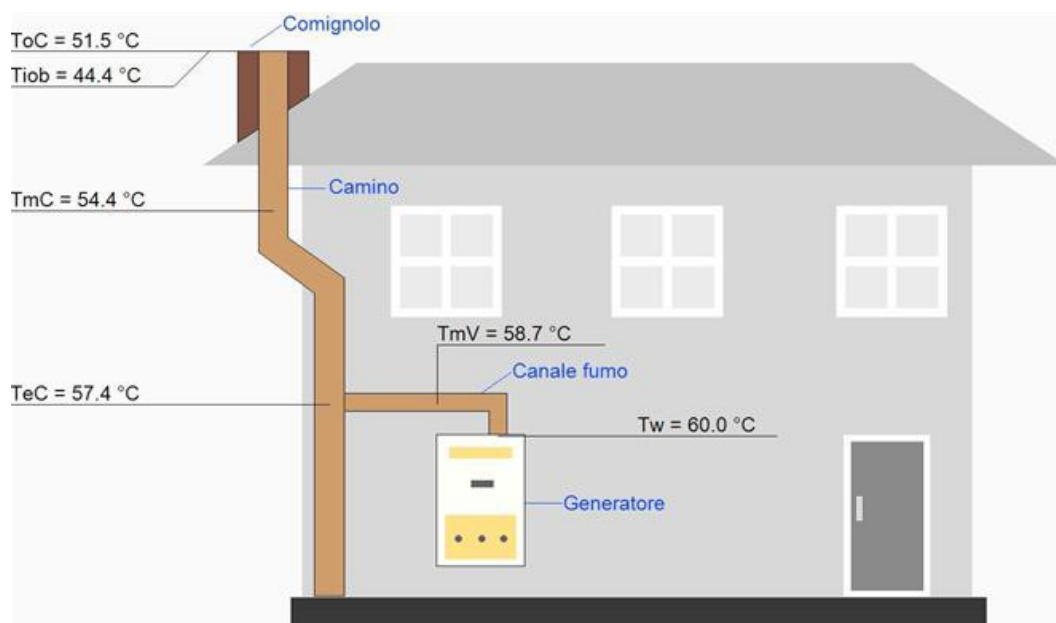
Generali	Simbolo	A	B	C	D	U.M.
Costante dei gas dei prodotti della combustione	R	288.55	288.55	288.55	288.55	J/(kg × K)
Pressione dell'aria esterna	PL	96 247.8	96 247.8	96 152.8	96 152.8	Pa
Massa volumica dell'aria esterna	ρ_L	1.140	1.140	1.283	1.283	kg/m ³
Canale da fumo	Simbolo	A	B	C	D	U.M.
Viscosità dinamica del gas di combustione	η_V	17.75	16.85	17.75	16.85	N x s/m ²
Coefficiente di conduttività termica del gas di combustione	λ_V	0.026	0.025	0.026	0.025	W/(m × K)
Capacità termica specifica del gas di combustione	C_{pV}	1 095.01	1 090.47	1 095.01	1 090.47	J/(kg × K)
Numero di Prandtl	Pr_V	0.750	0.730	0.750	0.730	
Massa volumica dei prodotti della combustione	ρ_{LV}	1.001	1.065	1.000	1.064	kg/m ³

Velocità dei prodotti della combustione	w_{mV}	2.05	0.48	2.06	0.48	m/s
Numero di Reynolds	Re_V	23 169	6 321	23 169	6 315	
Coefficiente di resistenza al flusso dovuta all'attrito per flusso idraulicamente irregolare	ψ_V	0.034	0.041	0.034	0.041	
Coefficiente di resistenza al flusso dovuta all'attrito per flusso idraulicamente regolare	$\psi_{liscioV}$	0.025	0.035	0.025	0.035	
Numero di Nusselt	Nu_V	75.8	22.4	75.8	22.4	
Coefficiente interno di trasmissione del calore	α_{iV}	9.86	2.80	9.86	2.80	$W/(m^2 \times K)$
Coefficiente di trasmissione del calore	k_V	1.39	1.03	0.75	0.63	$W/(m^2 \times K)$
Coefficiente di raffreddamento	K_V	0.11	0.34	0.06	0.21	
Temperatura dei prodotti della combustione all'ingresso del canale da fumo	T_{eV}	60.0	40.0	60.0	40.0	°C
Temperatura media dei prodotti della combustione nel canale da fumo	T_{mV}	57.9	37.0	58.7	37.6	°C
Temperatura dei prodotti della combustione all'uscita del canale da fumo	T_{oV}	55.8	34.3	57.4	35.4	°C
Camino	Simbolo	A	B	C	D	U.M.
Viscosità dinamica del gas di combustione	η_C	17.56	16.59	17.63	16.64	$N \times s/m^2$
Coefficiente di conduttività termica del gas di combustione	λ_C	0.026	0.025	0.026	0.025	$W/(m \times K)$
Capacità termica specifica del gas di combustione	C_{pC}	1 094.18	1 089.41	1 094.49	1 089.61	$J/(kg \times K)$
Numero di Prandtl	Pr_C	0.740	0.720	0.740	0.730	
Massa volumica dei prodotti della combustione	ρ_{LC}	1.014	1.085	1.008	1.080	kg/m^3
Velocità dei prodotti della combustione	w_{mC}	2.03	0.47	2.04	0.47	m/s
Numero di Reynolds	Re_C	23 420	6 541	23 327	6 491	
Coefficiente di resistenza al flusso dovuta all'attrito per flusso idraulicamente irregolare	ψ_C	0.034	0.040	0.034	0.040	
Coefficiente di resistenza al flusso dovuta all'attrito per flusso idraulicamente regolare	$\psi_{liscioC}$	0.025	0.035	0.025	0.035	
Numero di Nusselt	Nu_C	74.5	22.5	74.2	22.5	
Coefficiente interno di trasmissione del calore	α_{iC}	9.68	2.82	9.65	2.81	$W/(m^2 \times K)$
Coefficiente di trasmissione del calore	k_C	1.91	1.29	1.06	0.84	$W/(m^2 \times K)$
Coefficiente di raffreddamento	K_C	0.27	0.74	0.15	0.48	
Temperatura dei prodotti della combustione all'ingresso del camino	T_{eC}	55.8	34.3	57.4	35.4	°C

Temperatura media dei prodotti della combustione nel camino	T_{mC}	51.4	30.1	54.4	31.2	°C
Temperatura dei prodotti della combustione all'uscita del camino	T_{oC}	47.3	26.9	51.5	27.7	°C
Temperatura della parete interna allo sbocco del camino in equilibrio termico	T_{iob}	44.3	24.8	44.4	15.6	°C
Temperatura di condensazione	T_{sp}	53.9	53.7	53.9	53.7	°C
Pressioni generali	Simbolo	A	B	C	D	U.M.
Pressione differenziale del generatore di calore	P_{WO}	112.0	112.0	112.0	112.0	Pa
Effettiva resistenza alla pressione dell'aria comburente	P_B	4.0	4.0	4.0	4.0	Pa
Pressione generata dalla velocità del vento	P_L	0.0	0.0	0.0	0.0	Pa
Pressioni canale da fumo	Simbolo	A	B	C	D	U.M.
Resistenza alla pressione dovuta a resistenza di attrito e di forma del canale da fumo	P_{EV}	5.2	0.3	5.2	0.3	Pa
Differenza di pressione causata da variazione di velocità dei prodotti della combustione nel canale da fumo	P_{GV}	-4.6	-0.3	-4.6	-0.3	Pa
Resistenza alla pressione del canale da fumo	P_{RV}	1.6	0.1	1.6	0.1	Pa
Tiraggio teorico disponibile per effetto camino del canale da fumo	P_{HV}	4.5	2.2	9.6	7.2	Pa
Resistenza effettiva alla pressione del canale da fumo	P_{FV}	-2.9	-2.1	-8.0	-7.1	Pa
Pressione differenziale massima all'entrata dei prodotti della combustione nel camino	P_{ZOeV}	110.9	110.1	116.0	115.1	Pa
Pressioni camino	Simbolo	A	B	C	D	U.M.
Resistenza alla pressione dovuta a resistenza di attrito e di forma del camino	P_{EC}	7.6	0.5	7.7	0.5	Pa
Differenza di pressione causata da variazione di velocità dei prodotti della combustione nel camino	P_{GC}	0.0	0.0	0.0	0.0	Pa
Tiraggio teorico disponibile per effetto camino	P_{HC}	17.6	6.3	41.7	29.6	Pa
Resistenza alla pressione del camino	P_{RC}	9.1	0.6	9.2	0.6	Pa
Tiraggio minimo all'ingresso dei prodotti della combustione nel camino	P_{ZC}	8.5	5.7	32.5	29.0	Pa

RIEPILOGO TEMPERATURE





In fede
Il Tecnico

Pisa lì, giugno 2018

Ing. ALESSIO TARANTINO
ORDINE INGEGNERI della Provincia di PISA
N° 2353 Sezione A
INGEGNERE CIVILE E AMBIENTALE
INDUSTRIALE, DELL'INFORMAZIONE
Alessio Tarantino