







01	27/11/2023	AGGIORNAMENTO	Emanuel Ruvoletto 	Tonino Giuseppe Perri 	Massimo Davanzo 
00	08/11/2023	PRIMA EMISSIONE	Emanuel Ruvoletto 	Tonino Giuseppe Perri 	Massimo Davanzo 
REVISIONE	DATA	DESCRIZIONE	REDATTORE	VERIFICATORE	VALIDATORE



**Comune di Padova**  
**Settore Lavori Pubblici**  
Via Nicolò Tommaseo, 60  
35135 Padova (PD)



Oggetto	LL.PP. EPD 2023 / 089 Riqualificazione impianti termici di edifici comunali ad uso scolastico e sportivo - CUP H94D23001250004	Tavola	
Sito	CT 64 - Scuola Secondaria di I grado "Francesco Petrarca" Via Concariola, 9 - 35139 - Padova	APPR_12	
Elaborato	Relazione Tecnica canna fumaria	Data	Scala
		27-11-2023	---
<b>Progettista</b>	<b>HSE Hera Servizi Energia S.p.A.</b> Società a socio unico, soggetta alla direzione e al coordinamento di AcegasApsAmga S.p.A.  Sede operativa: Viale dell'Industria, 23/A - 35129 Padova Sede legale: Via del Cotonificio, 60 - 33100 Udine  pec: heraservizienergia@pec.gruppohera.it	<b>Responsabile Unico del Procedimento</b> Ing. Federica Bonato	
Studio Tecnico SeR Emanuel Ruvoletto Perito Industriale Via Irpinia, 52/54 35020 - Saonara (PD) T 0490962113 E info@sersolutions.it			

I presenti elaborati sono opera d'ingegno e tenuto conto dell'importanza che rivestono i medesimi, in quanto costituiscono il risultato di studi, scelte anche originali, esperienze e capacità di inventiva da parte della società HSE Hera Servizi Energia S.p.a., si vieta la divulgazione degli stessi, al fine di evitare che i medesimi possano essere diffusi e quindi portati a conoscenza di chi opera nello stesso settore, causando alla società HSE Hera Servizi Energia S.p.a un sicuro pregiudizio.



## INDICE

1	Premessa.....	2
2	Dimensionamento sistema di evacuazione fumi – Generatore G.1.....	3
2.1	Dati ambiente installazione.....	3
2.2	Dati generatore G.1.....	4
2.3	Dati condotti.....	5
3	Risultati di calcolo.....	7
4	Risultati di calcolo – Riassunto.....	10
5	Verifiche finali.....	12
6	Dimensionamento sistema di evacuazione fumi – Generatore G.2.....	13
6.1	Dati ambiente installazione.....	13
6.2	Dati generatore G.2.....	14
6.3	Dati condotti.....	15
7	Risultati di calcolo.....	17
8	Risultati di calcolo – Riassunto.....	20
9	Verifiche finali.....	21



## 1 Premessa

La presente relazione tecnica riguarda il sistema di evacuazione dei fumi della combustione a servizio della centrale termica posta in un locale inserito nella volumetria dell'edificio dell'Istituto Comprensivo Statale "Francesco Petrarca", sito in Via Concariola, 9 – 35139 – Padova.

Nel locale centrale termica saranno installati n°2 nuovi generatori di calore di potenza parti a:

- G.1: 225,00 kW
- G.2: 150,00 kW

I nuovi generatori di calore denominati G.1 e G.2 sostituiranno quelli attualmente installati che hanno potenza pari a 210,00 kW cad.

I generatori di calore saranno installati all'interno del locale centrale termica, sito nella volumetria dell'edificio servito, con modalità conformi a quanto previsto dalla vigente normativa antincendio (DM 08/11/2019).

Il sistema di evacuazione dei fumi della combustione a servizio dei generatori di calore sarà composto da n°2 nuovi canali da fumo, e n°2 nuove canne fumarie realizzate da elementi modulari in acciaio INOX doppia parete di diametro interno pari a 200 mm e 150 mm intubate all'interno di due camini in muratura esistenti.

Tutti i componenti sono dimensionati secondo norma UNI EN 13384-1.



## 2 Dimensionamento sistema di evacuazione fumi – Generatore G.1

### 2.1 Dati ambiente installazione

#### Dati località

Località	<b>Padova</b>	
Altitudine s.l.m.	H <sub>slm</sub>	<b>12</b> m
Temperatura aria esterna massima	T <sub>Lmax</sub>	<b>30,0</b> °C
Temperatura aria esterna minima	T <sub>Lmin</sub>	<b>-5,0</b> °C

#### Dati condotti

Tipo funzionamento camino	<b>In pressione</b>
Tipo condotti	<b>Condotto semplice - canali separati</b>
Tipo funzionamento sistema	<b>umido</b>
Presenza ventilatore aggiuntivo	<b>No</b>

#### Adduzione aria

Coefficiente di sicurezza	S <sub>E</sub>	<b>1,50</b>
Fattore incostanza temperatura	S <sub>H</sub>	<b>0,50</b>
Pressione del vento	P <sub>L</sub>	<b>0</b> Pa
Tipo apertura aria comburente	<b>Valore noto</b>	
Resistenza aria comburente	P <sub>B</sub>	<b>0,0</b> Pa



## 2.2 Dati generatore G.1

### Caratteristiche generatore

Marca e modello	<b>RIELLO - ALU PRO - ALUPRO POWER - 225 PRO POWER</b>
Tipo caldaia	<b>A tiraggio forzato</b>
Tipo potenza	<b>Modulante</b>
Combustibile	<b>Metano</b>
Caldaia a condensazione	<b>Si</b>
Regolatore di tiraggio	<b>No</b>

### Caratteristiche fumi

Descrizione	Simbolo	Valori massimi	Valori minimi	u.m.
Potenza al focolare	$Q_f$	<b>225,00</b>	<b>15,00</b>	kW
Perdite di combustione	$P_{f,pr}$	<b>1,7</b>	<b>2,0</b>	%
Percentuale CO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	<b>9,1</b>	<b>9,1</b>	%
Temperatura fumi in uscita	$T_w$	<b>70,0</b>	<b>6,0</b>	°C
Portata in massa dei fumi	$m_w$	<b>0,06100</b>	<b>0,00700</b>	kg/s
Eccesso d'aria di progetto	Ecc <sub>pr</sub>	<b>25,9</b>	<b>25,9</b>	%
Pressione generatore positiva	$P_{wo}$	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	Pa

### Altri dati

Diametro di attacco dello scarico fumi	$D_w$	<b>150</b> mm
Temperatura aria comburente	$T_c$	<b>0,0</b> °C



## 2.3 Dati condotti

### Canale da fumo

#### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE

Marca e serie			
Forma	<b>Circolare</b>		
Diametro	D <sub>1</sub>	<b>150</b>	mm
Area		<b>0,018</b>	m <sup>2</sup>

#### ESPOSIZIONI

Verso centrale termica	<b>100</b>	%
Verso locali non riscaldati	<b>0</b>	%
Verso locali riscaldati	<b>0</b>	%
Verso esterno	<b>0</b>	%

#### PROPRIETÀ FISICHE

Materiale		<b>Acciaio inox monoparete</b>	
Resistenza termica	R <sub>t</sub>	<b>0,00004</b>	m <sup>2</sup> ·K/W
Spessore parete	S <sub>p</sub>	<b>0,60</b>	mm
Rugosità	r	<b>1,00</b>	mm
Lunghezza sviluppo	L	<b>3,90</b>	m
Dislivello	H	<b>1,50</b>	m
Accidentalità	Z	<b>0,65</b>	
Max pressione ammessa	P <sub>ZV,exc</sub>	<b>500,00</b>	Pa

### Camino

#### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE

Marca e serie			
Forma	<b>Circolare</b>		
Diametro	D <sub>1</sub>	<b>200</b>	mm
Area		<b>0,031</b>	m <sup>2</sup>



### ESPOSIZIONI

Verso centrale termica	0	%
Verso locali non riscaldati	100	%
Verso locali riscaldati	0	%
Verso esterno	0	%

### PROPRIETÀ FISICHE

Materiale		<b>Acciaio inox doppiaparete</b>	
Resistenza termica	R <sub>t</sub>	<b>0,72957</b>	m <sup>2</sup> -K/W
Spessore parete	S <sub>P</sub>	<b>206,40</b>	mm
Rugosità	r	<b>1,00</b>	mm
Lunghezza sviluppo	L	<b>13,50</b>	m
Dislivello	H	<b>13,50</b>	m
Accidentalità	Z	<b>1,00</b>	
Max pressione ammessa	P <sub>ZV,exc</sub>	<b>500,00</b>	Pa

### Comignolo

### PROPRIETÀ FISICHE

Materiale		<b>Acciaio inox doppiaparete</b>	
Resistenza termica	R <sub>t</sub>	<b>0,72957</b>	m <sup>2</sup> -K/W
Spessore parete	S <sub>P</sub>	<b>206,40</b>	mm
Rugosità	r	<b>1,00</b>	mm
Lunghezza sviluppo	L	<b>2,00</b>	m
Dislivello	H	<b>2,00</b>	m
Accidentalità	Z	<b>1,00</b>	



### 3 Risultati di calcolo

In tutte le configurazioni elencate di seguito sono stati soddisfatti i requisiti relativi alla pressione (alcuni determinati in condizioni di temperatura esterna massima e altri con temperatura esterna minima) i requisiti di temperatura (in condizioni di temperatura esterna minima) e il requisito di portata massica.

#### Legenda condizioni di lavoro ipotizzate

- Caso A : Generatore acceso alla massima potenza - temperatura esterna massima  
Caso B : Generatore acceso alla minima potenza - temperatura esterna massima  
Caso C : Generatore acceso alla massima potenza - temperatura esterna minima  
Caso D : Generatore acceso alla minima potenza - temperatura esterna minima

#### Calcolo variabili preliminari

Descrizione	Simbolo	Temperatura esterna massima	Temperatura esterna minima	Unità misura
Costante di gas dell'aria	$R_L$	288	288	J/(kgK)
Pressione aria esterna	$p_L$	96869,4	96852,4	Pa
Massa volumica aria esterna	$\rho_L$	1,110	1,254	kg/m <sup>3</sup>





CANALE DA FUMO

CASO	$m_{wc}$	R	$\eta$	$\lambda$	$c_p$	$\rho_m$	$w_m$	Pr	Re	$\psi$	$\psi_{liscio}$	Nu	$\alpha_i$	$\alpha_a$	k	K
Caso A	0,06100	289	0,000018	0,027	1092,41	0,991	3,486	0,7	28778	0,036	0,024	99,72	17,66	0,00	8,43	0,23
Caso B	0,00700	289	0,000016	0,023	1082,75	1,176	0,337	0,7	5658	0,043	0,036	21,43	3,30	0,00	2,74	0,66
Caso C	0,06100	289	0,000018	0,027	1092,47	0,990	3,489	0,7	28756	0,036	0,024	99,65	17,67	0,00	5,54	0,15
Caso D	0,00700	289	0,000015	0,023	1082,02	1,193	0,332	0,7	5818	0,043	0,036	22,00	3,35	0,00	2,37	0,57

CASO	$T_e$	$T_m$	$T_o$	$T_{sp}$	$P_{woc}$	$P_H$	$P_G$	$P_R$
Caso A	70,0	65,7	61,7	53,2	100,00	1,74	-4,16	10,09
Caso B	6,0	12,5	17,6	53,2	100,00	-0,97	-0,04	0,13
Caso C	70,0	66,0	62,2	53,2	100,00	3,89	-4,16	5,35
Caso D	6,0	8,2	9,9	53,2	100,00	0,89	-0,05	0,07

CAMINO

CASO	$m_{wc}$	R	$\eta$	$\lambda$	$c_p$	$\rho_m$	$w_m$	Pr	Re	$\psi$	$\psi_{liscio}$	Nu	$\alpha_i$	$\alpha_a$	k	K
Caso A	0,06100	289	0,000018	0,026	1092,41	1,014	1,916	0,7	22005	0,034	0,025	70,74	9,22	0,00	2,03	0,26
Caso B	0,00700	289	0,000016	0,024	1082,75	1,131	0,197	0,7	7024	0,040	0,034	24,39	2,91	0,00	1,37	1,53
Caso C	0,06100	289	0,000018	0,026	1092,47	1,014	1,916	0,7	22007	0,034	0,025	70,74	9,22	0,00	1,14	0,14
Caso D	0,00700	289	0,000015	0,023	1082,02	1,202	0,186	0,7	7858	0,039	0,033	27,05	3,07	0,00	0,91	1,02

CASO	$T_e$	$T_m$	$T_o$	$T_{sp}$	$P_B$	$P_H$	$P_G$	$P_R$
Caso A	61,7	58,0	54,5	0,0	0,00	12,64	-0,02	9,20
Caso B	17,6	23,7	27,3	0,0	0,00	-2,85	0,00	0,12
Caso C	62,2	57,9	53,8	0,0	0,00	31,78	-0,03	6,12
Caso D	9,9	6,2	3,6	0,0	0,00	6,95	0,00	0,08



COMIGNOLO

CASO	$m_{wc}$	R	$\eta$	$\lambda$	$c_p$	$\rho_m$	$w_m$	Pr	Re	$\psi$	$\psi_{liscio}$	Nu	$\alpha_i$	$\alpha_a$	k	K
Caso A	0,06100	289	0,000017	0,026	1092,41	1,026	1,893	0,7	22227	0,034	0,025	81,79	10,56	0,00	2,14	0,04
Caso B	0,00700	289	0,000016	0,024	1082,75	1,116	0,200	0,7	6855	0,040	0,034	27,32	3,29	0,00	1,48	0,25
Caso C	0,06100	289	0,000017	0,026	1092,47	1,029	1,889	0,7	22275	0,034	0,025	81,96	10,55	0,00	1,19	0,02
Caso D	0,00700	289	0,000015	0,022	1082,02	1,216	0,183	0,7	8033	0,039	0,033	31,63	3,56	0,00	0,98	0,16

CASO	$T_e$	$T_m$	$T_o$	$T_{sp}$	$P_H$	$P_G$	$P_R$
Caso A	54,5	54,0	53,5	0,0	1,63	0,00	3,70
Caso B	27,3	27,6	27,9	0,0	-0,13	0,00	0,05
Caso C	53,8	53,2	52,5	0,0	4,42	0,00	2,46
Caso D	3,6	2,9	2,3	0,0	0,75	0,00	0,03

dove:

- $m_{wc}$  portata massica calcolata dei prodotti della combustione, espressa in kg/s
- R costante di gas dei prodotti della combustione, espressa in J/(kg·K)
- $\eta$  viscosità dinamica dei prodotti della combustione, espressa in (N·s)/m<sup>2</sup>
- $\lambda$  coefficiente di conduttività termica della sezione trasversale, espressa in W/(m·K)
- $c_p$  capacità termica specifica dei prodotti della combustione, espressa in J/(kg·K)
- $\rho_m$  massa volumica media dei prodotti della combustione, espressa in kg/m<sup>3</sup>
- $w_m$  velocità media dei prodotti della combustione, espressa in m/s
- Pr numero di Prandtl
- Re numero di Reynolds
- $\psi$  coefficiente di resistenza al flusso dovuta ad attrito per flusso idraulicamente irregolare
- $\psi_{liscio}$  coefficiente di resistenza al flusso dovuta ad attrito per flusso idraulicamente regolare
- Nu numero di Nusselt
- $\alpha_i$  coefficiente interno di trasmissione del calore, espresso in W/(m<sup>2</sup>·K)
- $\alpha_a$  coefficiente esterno di trasmissione del calore, espresso in W/(m<sup>2</sup>·K)
- $k_v$  coefficiente di trasmissione del calore, espresso in W/(m<sup>2</sup>·K)
- $K_v$  coefficiente di raffreddamento
- $T_e$  temperatura dei prodotti della combustione all'ingresso del condotto, espressa in °C
- $T_{Lmax}$  temperatura esterna massima dell'aria, espressa in °C
- $T_{Lmin}$  temperatura esterna minima dell'aria, espressa in °C
- $T_m$  temperatura media dei prodotti della combustione nel condotto, espressa in °C
- $T_o$  temperatura dei prodotti della combustione all'uscita del condotto, espressa in °C
- $T_{sp}$  temperatura di condensazione, espressa in °C
- PWc tiraggio calcolato, espresso in Pa
- PWoc differenza di pressione calcolata, espressa in Pa
- PB resistenza alla pressione dell'aria comburente, espressa in Pa
- PH tiraggio teorico disponibile (per effetto camino), espresso in Pa
- PG differenza di pressione causata dalla variazione di velocità dei prodotti della combustione, espressa in Pa
- PR resistenza alla pressione del condotto, espresso in Pa

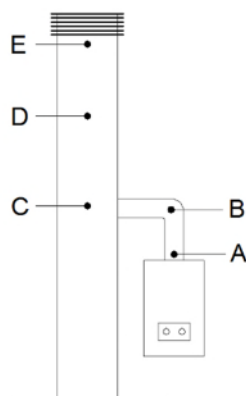


## 4 Risultati di calcolo – Riassunto

### Legenda punti di misurazione

- A: Valori all'ingresso del canale da fumo
- B: Valori medi del canale da fumo
- C: Valori all'ingresso del condotto fumi
- D: Valori medi del condotto fumi
- E: Valori all'uscita del condotto fumi

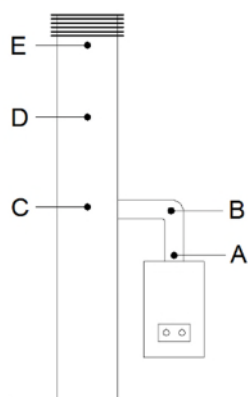
### Calcolo a potenza massima



EVACUAZIONE FUMI					
Caso A - Temperatura esterna massima			Caso C - Temperatura esterna minima		
Pressioni [Pa]	Temp. [°C]	Velocità [m/s]	Pressioni [Pa]	Temp. [°C]	Velocità [m/s]
A: 100,00	A: 70,0	A: -	A: 100,00	A: 70,0	A: -
B: -	B: 65,7	B: 3,486	B: -	B: 66,0	B: 3,489
C: 91,65	C: 61,7	C: -	C: 98,54	C: 62,2	C: -
D: -	D: 58,0	D: 1,916	D: -	D: 57,9	D: 1,916
E: -	E: 53,5	E: -	E: -	E: 52,5	E: -



**Calcolo a potenza minima**



EVACUAZIONE FUMI					
Caso B - Temperatura esterna massima			Caso D - Temperatura esterna minima		
Pressioni [Pa]	Temp. [°C]	Velocità [m/s]	Pressioni [Pa]	Temp. [°C]	Velocità [m/s]
A: 100,00	A: 6,0	A: -	A: 100,00	A: 6,0	A: -
B: -	B: 12,5	B: 0,337	B: -	B: 8,2	B: 0,332
C: 98,90	C: 17,6	C: -	C: 100,82	C: 9,9	C: -
D: -	D: 23,7	D: 0,197	D: -	D: 6,2	D: 0,186
E: -	E: 27,9	E: -	E: -	E: 2,3	E: -



## 5 Verifiche finali

### Requisito di pressione

Condizioni di lavoro	$P_{Z0}$		$P_{Z0e}$	u.m.	Verifica
Caso A	-1,37	≤	91,65	Pa	SI
Caso B	3,15	≤	98,90	Pa	SI

Condizioni di lavoro	$P_{Z0}$		$P_{Z\text{eccesso}}$	u.m.	Verifica
Caso A	-1,37	≤	500,00	Pa	SI
Caso B	3,15	≤	500,00	Pa	SI

Condizioni di lavoro	$P_{Z0}$		$P_{Z\text{Veccesso}}$	u.m.	Verifica
Caso A	6,98	≤	500,00	Pa	SI
Caso B	4,25	≤	500,00	Pa	SI

### Requisito di temperatura

Condizioni di lavoro	$T_{iob}$		$T_g$	u.m.	Verifica
Caso C	46,0	≥	0,0	°C	SI
Caso D	0,3	≥	0,0	°C	SI

### Legenda simboli

- $P_{Z0}$  pressione positiva massima all'entrata dei prodotti della combustione nel condotto fumi, espressa in Pa  
 $P_{Z0e}$  pressione differenziale massima all'ingresso nel condotto fumi dei prodotti della combustione, espressa in Pa  
 $P_{FV}$  resistenza effettiva alla pressione del canale da fumo, espressa in Pa  
 $P_{Z,exc}$  pressione massima ammessa dalla designazione del condotto fumi, espressa in Pa  
 $P_{ZV,exc}$  pressione massima ammessa dalla designazione del canale da fumo, espressa in Pa  
 $P_B$  resistenza alla pressione dell'aria comburente dovuta alla portata massica dei prodotti della combustione, espressa in Pa  
 $T_{iob}$  temperatura della parete interna allo sbocco del condotto fumi in equilibrio termico, espressa in °C  
 $T_{irb}$  temperatura della parete interna immediatamente prima dell'isolamento supplementare, espressa in °C  
 $T_g$  temperatura limite, espressa in °C

### Legenda condizioni di lavoro ipotizzate

- Caso A : Generatore acceso alla massima potenza - temperatura esterna massima  
 Caso B : Generatore acceso alla minima potenza - temperatura esterna massima  
 Caso C : Generatore acceso alla massima potenza - temperatura esterna minima  
 Caso D : Generatore acceso alla minima potenza - temperatura esterna minima



## 6 Dimensionamento sistema di evacuazione fumi – Generatore G.2

### 6.1 Dati ambiente installazione

#### Dati località

Località	<b>Padova</b>	
Altitudine s.l.m.	H <sub>slm</sub>	<b>12</b> m
Temperatura aria esterna massima	T <sub>Lmax</sub>	<b>30,0</b> °C
Temperatura aria esterna minima	T <sub>Lmin</sub>	<b>-5,0</b> °C

#### Dati condotti

Tipo funzionamento camino	<b>In pressione</b>
Tipo condotti	<b>Condotto semplice - canali separati</b>
Tipo funzionamento sistema	<b>umido</b>
Presenza ventilatore aggiuntivo	<b>No</b>

#### Adduzione aria

Coefficiente di sicurezza	S <sub>E</sub>	<b>1,50</b>
Fattore incostanza temperatura	S <sub>H</sub>	<b>0,50</b>
Pressione del vento	P <sub>L</sub>	<b>0</b> Pa
Tipo apertura aria comburente	<b>Valore noto</b>	
Resistenza aria comburente	P <sub>B</sub>	<b>0,0</b> Pa



## 6.2 Dati generatore G.2

### Caratteristiche generatore

Marca e modello	<b>RIELLO - ALU PRO POWER - 150 PRO POWER</b>
Tipo caldaia	<b>A tiraggio forzato</b>
Tipo potenza	<b>Modulante</b>
Combustibile	<b>Metano</b>
Caldaia a condensazione	<b>Si</b>
Regolatore di tiraggio	<b>No</b>

### Caratteristiche fumi

Descrizione	Simbolo	Valori massimi	Valori minimi	u.m.
Potenza al focolare	$Q_f$	<b>150,00</b>	<b>15,00</b>	kW
Perdite di combustione	$P_{f,pr}$	<b>0,7</b>	<b>2,0</b>	%
Percentuale CO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	<b>9,1</b>	<b>9,1</b>	%
Temperatura fumi in uscita	$T_w$	<b>70,0</b>	<b>65,0</b>	°C
Portata in massa dei fumi	$m_w$	<b>0,04100</b>	<b>0,00700</b>	kg/s
Eccesso d'aria di progetto	Ecc <sub>pr</sub>	<b>25,9</b>	<b>25,9</b>	%
Pressione generatore positiva	$P_{wo}$	<b>100,0</b>	<b>50,0</b>	Pa

### Altri dati

Diametro di attacco dello scarico fumi	$D_w$	<b>150</b> mm
Temperatura aria comburente	$T_c$	<b>0,0</b> °C



## 6.3 Dati condotti

### Canale da fumo

#### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE

Marca e serie

Forma **Circolare**

Diametro D<sub>1</sub> **100** mm

Area **0,008** m<sup>2</sup>

#### ESPOSIZIONI

Verso centrale termica **100** %

Verso locali non riscaldati **0** %

Verso locali riscaldati **0** %

Verso esterno **0** %

#### PROPRIETÀ FISICHE

Materiale **Acciaio inox monoparete**

Resistenza termica R<sub>t</sub> **0,00004** m<sup>2</sup>·K/W

Spessore parete S<sub>P</sub> **0,60** mm

Rugosità r **1,00** mm

Lunghezza sviluppo L **2,40** m

Dislivello H **1,00** m

Accidentalità Z **0,65**

Max pressione ammessa P<sub>ZV,exc</sub> **500,00** Pa

### Camino

#### CARATTERISTICHE GEOMETRICHE

Marca e serie

Forma **Circolare**

Diametro D<sub>1</sub> **150** mm

Area **0,018** m<sup>2</sup>





### ESPOSIZIONI

Verso centrale termica	0	%
Verso locali non riscaldati	100	%
Verso locali riscaldati	0	%
Verso esterno	0	%

### PROPRIETÀ FISICHE

Materiale	<b>Acciaio inox doppiaparete</b>		
Resistenza termica	R <sub>t</sub>	<b>0,68332</b>	m <sup>2</sup> ·K/W
Spessore parete	S <sub>p</sub>	<b>206,40</b>	mm
Rugosità	r	<b>1,00</b>	mm
Lunghezza sviluppo	L	<b>14,00</b>	m
Dislivello	H	<b>14,00</b>	m
Accidentalità	Z	<b>1,00</b>	
Max pressione ammessa	P <sub>ZV,exc</sub>	<b>500,00</b>	Pa

### Comignolo

### PROPRIETÀ FISICHE

Materiale	<b>Acciaio inox doppiaparete</b>		
Resistenza termica	R <sub>t</sub>	<b>0,68332</b>	m <sup>2</sup> ·K/W
Spessore parete	S <sub>p</sub>	<b>206,40</b>	mm
Rugosità	r	<b>1,00</b>	mm
Lunghezza sviluppo	L	<b>2,00</b>	m
Dislivello	H	<b>2,00</b>	m
Accidentalità	Z	<b>1,00</b>	



## 7 Risultati di calcolo

In tutte le configurazioni elencate di seguito sono stati soddisfatti i requisiti relativi alla pressione (alcuni determinati in condizioni di temperatura esterna massima e altri con temperatura esterna minima) i requisiti di temperatura (in condizioni di temperatura esterna minima) e il requisito di portata massica.

### Legenda condizioni di lavoro ipotizzate

- Caso A : Generatore acceso alla massima potenza - temperatura esterna massima  
Caso B : Generatore acceso alla minima potenza - temperatura esterna massima  
Caso C : Generatore acceso alla massima potenza - temperatura esterna minima  
Caso D : Generatore acceso alla minima potenza - temperatura esterna minima

### Calcolo variabili preliminari

Descrizione	Simbolo	Temperatura esterna massima	Temperatura esterna minima	Unità misura
Costante di gas dell'aria	$R_L$	288	288	J/(kgK)
Pressione aria esterna	$p_L$	96869,4	96852,4	Pa
Massa volumica aria esterna	$\rho_L$	1,110	1,254	kg/m <sup>3</sup>



CANALE DA FUMO

CASO	$m_{wc}$	R	$\eta$	$\lambda$	$c_p$	$\rho_m$	$w_m$	Pr	Re	$\psi$	$\psi_{liscio}$	Nu	$\alpha_i$	$\alpha_a$	k	K
Caso A	0,04100	289	0,000018	0,027	1092,61	0,988	5,287	0,7	28942	0,040	0,024	108,56	28,92	0,00	10,38	0,17
Caso B	0,00700	289	0,000018	0,026	1091,12	1,011	0,882	0,7	5038	0,047	0,037	20,25	5,29	0,00	3,99	0,39
Caso C	0,04100	289	0,000018	0,027	1092,70	0,986	5,295	0,7	28909	0,040	0,024	108,45	28,92	0,00	6,32	0,11
Caso D	0,00700	289	0,000018	0,026	1090,92	1,014	0,879	0,7	5051	0,047	0,037	20,31	5,29	0,00	3,20	0,32

CASO	$T_e$	$T_m$	$T_o$	$T_{sp}$	$P_{woc}$	$P_H$	$P_G$	$P_R$
Caso A	70,0	66,7	63,6	53,2	100,00	1,19	-11,14	22,13
Caso B	65,0	58,9	53,6	53,2	50,00	0,97	-0,32	0,73
Caso C	70,0	67,2	64,4	53,2	100,00	2,62	-11,16	11,05
Caso D	65,0	57,9	51,5	53,2	50,00	2,35	-0,32	0,38

CAMINO

CASO	$m_{wc}$	R	$\eta$	$\lambda$	$c_p$	$\rho_m$	$w_m$	Pr	Re	$\psi$	$\psi_{liscio}$	Nu	$\alpha_i$	$\alpha_a$	k	K
Caso A	0,04100	289	0,000018	0,026	1092,61	1,012	2,294	0,7	19688	0,037	0,026	65,82	11,46	0,00	2,24	0,33
Caso B	0,00700	289	0,000017	0,025	1091,12	1,060	0,374	0,7	4671	0,045	0,038	16,85	2,82	0,00	1,40	1,21
Caso C	0,04100	289	0,000018	0,026	1092,70	1,011	2,296	0,7	19674	0,037	0,026	65,78	11,46	0,00	1,24	0,18
Caso D	0,00700	289	0,000017	0,025	1090,92	1,089	0,364	0,7	4909	0,044	0,038	17,68	2,90	0,00	0,94	0,81

CASO	$T_e$	$T_m$	$T_o$	$T_{sp}$	$P_B$	$P_H$	$P_G$	$P_R$
Caso A	63,6	58,6	54,1	0,0	0,00	13,38	-0,04	17,65
Caso B	53,6	43,7	37,0	0,0	0,00	6,84	0,00	0,57
Caso C	64,4	58,9	53,7	0,0	0,00	33,36	-0,05	11,76
Caso D	51,5	35,2	22,8	0,0	0,00	22,71	0,00	0,37



COMIGNOLO

CASO	$m_{wc}$	R	$\eta$	$\lambda$	$c_p$	$\rho_m$	$w_m$	Pr	Re	$\psi$	$\psi_{liscio}$	Nu	$\alpha_i$	$\alpha_a$	k	K
Caso A	0,04100	289	0,000017	0,026	1092,61	1,028	2,259	0,7	19943	0,037	0,026	74,78	12,85	0,00	2,35	0,05
Caso B	0,00700	289	0,000017	0,025	1091,12	1,085	0,365	0,7	4875	0,044	0,038	19,72	3,24	0,00	1,52	0,19
Caso C	0,04100	289	0,000017	0,026	1092,70	1,030	2,255	0,7	19978	0,037	0,026	74,91	12,85	0,00	1,29	0,03
Caso D	0,00700	289	0,000016	0,024	1090,92	1,141	0,347	0,7	5352	0,044	0,037	21,55	3,40	0,00	1,01	0,12

CASO	$T_e$	$T_m$	$T_o$	$T_{sp}$	$P_H$	$P_G$	$P_R$
Caso A	54,1	53,6	53,0	0,0	1,60	0,00	5,86
Caso B	37,0	36,4	35,8	0,0	0,49	0,00	0,17
Caso C	53,7	52,9	52,1	0,0	4,40	0,00	3,90
Caso D	22,8	21,2	19,6	0,0	2,22	0,00	0,11

dove:

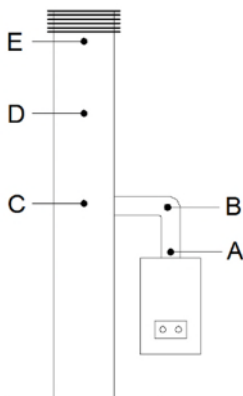
- $m_{wc}$**  portata massica calcolata dei prodotti della combustione, espressa in kg/s
- R** costante di gas dei prodotti della combustione, espressa in J/(kg·K)
- $\eta$**  viscosità dinamica dei prodotti della combustione, espressa in (N·s)/m<sup>2</sup>
- $\lambda$**  coefficiente di conduttività termica della sezione trasversale, espressa in W/(m·K)
- $c_p$**  capacità termica specifica dei prodotti della combustione, espressa in J/(kg·K)
- $\rho_m$**  massa volumica media dei prodotti della combustione, espressa in kg/m<sup>3</sup>
- $w_m$**  velocità media dei prodotti della combustione, espressa in m/s
- Pr** numero di Prandtl
- Re** numero di Reynolds
- $\psi$**  coefficiente di resistenza al flusso dovuta ad attrito per flusso idraulicamente irregolare
- $\psi_{liscio}$**  coefficiente di resistenza al flusso dovuta ad attrito per flusso idraulicamente regolare
- Nu** numero di Nusselt
- $\alpha_i$**  coefficiente interno di trasmissione del calore, espresso in W/(m<sup>2</sup>·K)
- $\alpha_a$**  coefficiente esterno di trasmissione del calore, espresso in W/(m<sup>2</sup>·K)
- $k_v$**  coefficiente di trasmissione del calore, espresso in W/(m<sup>2</sup>·K)
- $K_v$**  coefficiente di raffreddamento
- $T_e$**  temperatura dei prodotti della combustione all'ingresso del condotto, espressa in °C
- $T_{Lmax}$**  temperatura esterna massima dell'aria, espressa in °C
- $T_{Lmin}$**  temperatura esterna minima dell'aria, espressa in °C
- $T_m$**  temperatura media dei prodotti della combustione nel condotto, espressa in °C
- $T_o$**  temperatura dei prodotti della combustione all'uscita del condotto, espressa in °C
- $T_{sp}$**  temperatura di condensazione, espressa in °C
- $P_{wc}$**  tiraggio calcolato, espresso in Pa
- $P_{Woc}$**  differenza di pressione calcolata, espressa in Pa
- PB** resistenza alla pressione dell'aria comburente, espressa in Pa
- PH** tiraggio teorico disponibile (per effetto camino), espresso in Pa
- PG** differenza di pressione causata dalla variazione di velocità dei prodotti della combustione, espressa in Pa
- $P_R$**  resistenza alla pressione del condotto, espresso in Pa

## 8 Risultati di calcolo – Riassunto

### Legenda punti di misurazione

- A: Valori all'ingresso del canale da fumo
- B: Valori medi del canale da fumo
- C: Valori all'ingresso del condotto fumi
- D: Valori medi del condotto fumi
- E: Valori all'uscita del condotto fumi

### Calcolo a potenza massima



EVACUAZIONE FUMI					
Caso A - Temperatura esterna massima			Caso C - Temperatura esterna minima		
Pressioni [Pa]	Temp. [°C]	Velocità [m/s]	Pressioni [Pa]	Temp. [°C]	Velocità [m/s]
A: 100,00	A: 70,0	A: -	A: 100,00	A: 70,0	A: -
B: -	B: 66,7	B: 5,287	B: -	B: 67,2	B: 5,295
C: 79,06	C: 63,6	C: -	C: 91,57	C: 64,4	C: -
D: -	D: 58,6	D: 2,294	D: -	D: 58,9	D: 2,296
E: -	E: 53,0	E: -	E: -	E: 52,1	E: -



## 9 Verifiche finali

### Requisito di pressione

Condizioni di lavoro	$P_{Z0}$		$P_{Z0e}$	u.m.	Verifica
Caso A	8,52	≤	79,06	Pa	SI
Caso B	-6,58	≤	50,23	Pa	SI

Condizioni di lavoro	$P_{Z0}$		$P_{Z\text{eccesso}}$	u.m.	Verifica
Caso A	8,52	≤	500,00	Pa	SI
Caso B	-6,58	≤	500,00	Pa	SI

Condizioni di lavoro	$P_{Z0}$		$P_{Z\text{Veccesso}}$	u.m.	Verifica
Caso A	29,45	≤	500,00	Pa	SI
Caso B	-6,82	≤	500,00	Pa	SI

### Requisito di temperatura

Condizioni di lavoro	$T_{\text{job}}$		$T_g$	u.m.	Verifica
Caso C	46,3	≥	0,0	°C	SI
Caso D	12,3	≥	0,0	°C	SI

### Legenda simboli

- $P_{Z0}$  pressione positiva massima all'entrata dei prodotti della combustione nel condotto fumi, espressa in Pa  
 $P_{Z0e}$  pressione differenziale massima all'ingresso nel condotto fumi dei prodotti della combustione, espressa in Pa  
 $P_{FV}$  resistenza effettiva alla pressione del canale da fumo, espressa in Pa  
 $P_{Z,exc}$  pressione massima ammessa dalla designazione del condotto fumi, espressa in Pa  
 $P_{ZV,exc}$  pressione massima ammessa dalla designazione del canale da fumo, espressa in Pa  
 $P_B$  resistenza alla pressione dell'aria comburente dovuta alla portata massica dei prodotti della combustione, espressa in Pa  
 $T_{\text{job}}$  temperatura della parete interna allo sbocco del condotto fumi in equilibrio termico, espressa in °C  
 $T_{\text{irb}}$  temperatura della parete interna immediatamente prima dell'isolamento supplementare, espressa in °C  
 $T_g$  temperatura limite, espressa in °C

### Legenda condizioni di lavoro ipotizzate

- Caso A : Generatore acceso alla massima potenza - temperatura esterna massima  
 Caso B : Generatore acceso alla minima potenza - temperatura esterna massima  
 Caso C : Generatore acceso alla massima potenza - temperatura esterna minima  
 Caso D : Generatore acceso alla minima potenza - temperatura esterna minima



27 novembre 2023

## IL TECNICO

