



PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO  
AGENZIA PROVINCIALE OPERE PUBBLICHE  
SERVIZIO OPERE CIVILI

UFFICIO PROGETTAZIONE E DIREZIONE LAVORI



COMUNE DI TESERO  
LAVORI PUBBLICI E AMBIENTE



Lavori di adeguamento dello  
stadio del fondo a Lago di Tesero  
UF1B

FASE PROGETTO:

PROGETTO ESECUTIVO

CATEGORIA:

IMPIANTI

TITOLO TAVOLA:

EDIFICIO TRIBUNE - RELAZIONE DI CALCOLO CAMINI

C. SIP:	C. SOC:	SCALA :	FASE PROGETTO:	TIPO ELAB.:	CATEGORIA:	PARTE D'OPERA :	N° PROGR.	REVISIONE :
E-90/000	5360	/	E	R	335	UF1B	111	

PROGETTO ARCHITETTONICO:

arch. Marco GIOVANAZZI

PROGETTO STRUTTURE e ANTINCENDIO:

ing. Marco SONTACCHI

Visto ! IL DIRIGENTE:

ing. Marco GELMINI

PROGETTO IMPIANTI ELETTRICI:

ing. Renato COSER

PROGETTO IMPIANTI TERMOMECCANICI:

ing. Giovanni BETTI

Visto ! IL DIRETTORE DELL'UFFICIO :

arch. Silvano TOMASELLI

IL COORDINATORE DEL GRUPPO DI PROGETTO:

ing. Gabriele DEVIGILI

CSP:

ing. Piero MATTIOLI

RELAZIONE GEOLOGICA:

geol. Mirko DEMOZZI

RELAZIONE ACUSTICA:

ing. Matteo AGOSTINI

**Comune di TESERO (TN)**

# **PROGETTAZIONE E DIMENSIONAMENTO DI UN CAMINO SINGOLO**

## **Relazione tecnica**

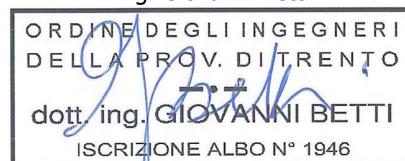
**Edificio:** Edificio per civile abitazione monofamiliare

**Committente:** Comune di Tesero

TRENTO, 29/04/2023

**Il Tecnico**

ing. Giovanni Betti



## DATI GENERALI

### Tecnico

Ragione Sociale

**TKP Engineering S.r.l.**

Nome Cognome

**Giovanni Betti**

Qualifica

**progettista**

Codice Fiscale

**BTTGNN67M15L378O**

P. IVA

**01666570229**

Albo

**Ordine degli Ingegneri della Provincia di Trento**

N° Iscrizione

**1946**

Data di nascita

**15/08/1967**

Luogo di nascita

**Trento**

Indirizzo

**Via Rosmini, 57**

CAP - Comune

**38122 Trento**

Telefono

**0461 245051**

E-mail

**info@tkpsrl.it**

### Edificio

Denominazione

**Centro Fondo in Lago di Tesero**

Descrizione

**Centro sport invernali**

Indirizzo

**Loc. Lago**

CAP - Comune

**38038 – Tesero (TN)**

Altitudine

**1 000 m s.l.m.m.**

## 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

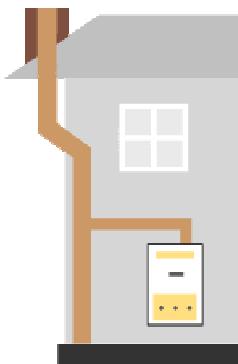
### Descrizione dell'intervento

L'impianto è a **Flusso non bilanciato**. Il funzionamento è a **Tiraggio forzato (pressione positiva)**; la verifica effettuata è **A umido (con condensazione)**.

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	<b>15 °C</b>
Temperatura aria esterna minima $T_L$ min	<b>-15 °C</b>

## Generatore

Dati tecnici	
Marca	<b>Hoval</b>
Modello	<b>Ultragas 350</b>
Tipo generatore	<b>Caldaia</b>
Combustibile	<b>Metano</b>
Diametro scarico fumi	<b>302.0 mm</b>
<b>Dati caldaia</b>	
Tipo combustione	<b>Forzata</b>
Generatore a condensazione	<b>Si</b>
Potenza	<b>Variabile</b>
Rendimento	<b>98.2 %</b>
Potenza nominale (QN)	<b>324.0 kW</b>
Portata termica nominale (QF)	<b>330.0 kW</b>
Potenza minima (QNmin)	<b>51.0 kW</b>
Portata termica minima (QFmin)	<b>53.0 kW</b>
<b>Caratteristiche fumi (potenza nominale)</b>	
Portata massica (Mw)	<b>0.13881 kg/s</b>
Temperatura fumi (Tw)	<b>68.0 °C</b>
Tenore di CO2 (σ(CO2))	<b>10.2 %</b>
Pressione differenziale (Pwo)	<b>120.0 Pa</b>
Pressione differenziale min (Pwomin)	<b>0.0 Pa</b>
<b>Caratteristiche fumi (potenza minima)</b>	
Portata massica (Mw)	<b>0.02284 kg/s</b>
Temperatura fumi (Tw)	<b>46.0 °C</b>
Tenore di CO2 (σ(CO2))	<b>9.9 %</b>
Pressione differenziale (Pwo)	<b>120.0 Pa</b>
Pressione differenziale min (Pwomin)	<b>0.0 Pa</b>

## Canale da fumo

Dati tecnici	
Marca	<b>Cordivari</b>
Modello	<b>Doppia parete</b>
Descrizione	<b>Camino doppia parete. Acciaio inox - lana di roccia - acciaio inox</b>
Geometria	
Altezza efficace - Hv	<b>3.0 m</b>
Lunghezza - Lv	<b>10.0 m</b>
Coefficiente di resistenza al flusso - Zeta	<b>2.00 m</b>
Forma	<b>Circolare</b>
Diametro idraulico interno	<b>300 mm</b>
Spessore	<b>26.0 mm</b>
Diametro esterno	<b>352 mm</b>
Area interna	<b>706.86 cm<sup>2</sup></b>
Caratteristiche tecniche	
Tipo	<b>Monostrato</b>
Rugosità	<b>1.0 mm</b>
Resistenza termica - RT	<b>0.41168 m<sup>2</sup>K/W</b>
Pressione massima ammessa dal condotto	<b>200 Pa</b>
Esposizione area della superficie esterna del condotto	
Nel locale caldaia	<b>100 %</b>
Nelle aree riscaldate	<b>0 %</b>
Nelle aree non riscaldate interne all'edificio	<b>0 %</b>
Esterna all'edificio	<b>0 %</b>

## Elementi di resistenza al flusso

Descrizione	Resistenza (m)	Quantità
Curva a gomito - $\gamma = 45^\circ$ - $30 > L_d / D_h \geq 2$	0.40	5
<b>Totale</b>	<b>2.00</b>	

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

Materiale	Diam. int. (mm)	Spessore (mm)	$\lambda$ (W/(mK))	R <sub>t</sub> (m <sup>2</sup> K/W)

Acciaio inossidabile	300.0	0.5	17.000	0.00003
Lana di roccia	301.0	25.0	0.056	0.41300
Acciaio inossidabile	351.0	0.5	17.000	0.00003

## Camino

<b>Dati tecnici</b>	
Marca	<b>Cordivari</b>
Modello	<b>Doppia parete</b>
Descrizione	<b>Camino doppia parete. Acciaio inox - lana di roccia - acciaio inox</b>
<b>Geometria</b>	
Altezza efficace - Hc	<b>12.5 m</b>
Lunghezza - Lc	<b>12.5 m</b>
Coefficiente di resistenza al flusso - Zeta	<b>0.00 m</b>
Forma	<b>Circolare</b>
Diametro idraulico interno	<b>300 mm</b>
Spessore	<b>26.0 mm</b>
Diametro esterno	<b>352 mm</b>
Area interna	<b>706.86 cm<sup>2</sup></b>
<b>Caratteristiche tecniche</b>	
Tipo	<b>Monostrato</b>
Rugosità	<b>1.0 mm</b>
Resistenza termica - RT	<b>0.41168 m<sup>2</sup>K/W</b>
Pressione massima ammessa dal condotto	<b>200 Pa</b>
<b>Esposizione area della superficie esterna del condotto</b>	
Nel locale caldaia	<b>0 %</b>
Nelle aree riscaldate	<b>0 %</b>
Nelle aree non riscaldate interne all'edificio	<b>100 %</b>
Esterna all'edificio	<b>0 %</b>

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

<b>Materiale</b>	<b>Diam. int. (mm)</b>	<b>Spessore (mm)</b>	<b>λ (W/(mK))</b>	<b>Rt (m<sup>2</sup>K/W)</b>
Acciaio inossidabile	300.0	0.5	17.000	0.00003
Lana di roccia	301.0	25.0	0.056	0.41300
Acciaio inossidabile	351.0	0.5	17.000	0.00003

## Comignolo

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

## RISULTATI DI CALCOLO

### Verifiche

Verifica	Valori	U.M.	Ver.
<b>Condizione A (generatore a pot. nominale e temp. esterna max)</b>			
$P_{ZO} \leq P_{ZOe}$	$-12.7 \leq 112.6$	Pa	Si
$P_{ZO} \leq P_{Zeccesso}$	$-12.7 \leq 200.0$	Pa	Si
$P_{ZO} + P_{FV} \leq P_{ZVeccesso}$	$-9.3 \leq 200.0$	Pa	Si
<b>Condizione B (generatore a pot. min e temp. esterna max)</b>			
$P_{ZO} \leq P_{ZOe}$	$-5.5 \leq 118.2$	Pa	Si
$P_{ZO} \leq P_{Zeccesso}$	$-5.5 \leq 200.0$	Pa	Si
$P_{ZO} + P_{FV} \leq P_{ZVeccesso}$	$-7.7 \leq 200.0$	Pa	Si
<b>Condizione C (generatore a pot. nominale e temp. esterna min)</b>			
$T_{iob} \geq T_g$	$39.2 \geq 0.0$	°C	Si
<b>Condizione D (generatore a pot. min e temp. esterna min)</b>			
$T_{iob} \geq T_g$	$0.3 \geq 0.0$	°C	Si

### Legenda

$P_{ZO}$	Pressione positiva all'entrata dei prodotti della combustione nel camino
$P_{ZOe}$	Pressione differenziale massima all'entrata dei prodotti della combustione nel camino
$P_{Zeccesso}$	Pressione massima ammessa dalla designazione del camino
$P_{ZVeccesso}$	Pressione massima ammessa dalla designazione del canale da fumo
$P_{FV}$	Resistenza effettiva alla pressione del canale da fumo
$T_{iob}$	Temperatura della parete interna allo sbocco del camino in equilibrio termico
$T_g$	Limite di temperatura

## Risultati

### 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.

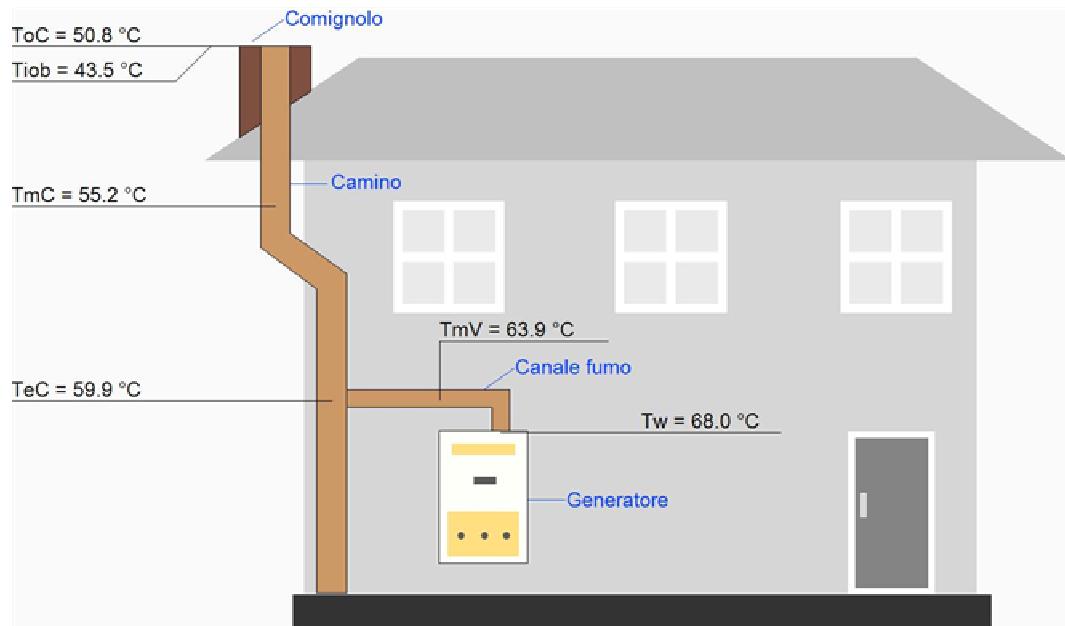
Generali	Simbolo	A	B	C	D	U.M.
Costante dei gas dei prodotti della combustione	R	288.59	288.57	288.59	288.57	J/(kg × K)
Pressione dell'aria esterna	p <sub>L</sub>	86 185.3	86 185.3	85 009.5	85 009.5	Pa
Massa volumica dell'aria esterna	ρ <sub>L</sub>	1.039	1.039	1.143	1.143	kg/m <sup>3</sup>
Canale da fumo	Simbolo	A	B	C	D	U.M.
Viscosità dinamica del gas di combustione	η <sub>V</sub>	18.10	17.12	18.10	17.12	N x s/m <sup>2</sup>
Coefficiente di conduttività termica del gas di combustione	λ <sub>V</sub>	0.027	0.025	0.027	0.025	W/(m × K)
Capacità termica specifica del gas di combustione	C <sub>PV</sub>	1 100.99	1 094.61	1 100.99	1 094.61	J/(kg × K)
Numero di Prandtl	Pr <sub>V</sub>	0.740	0.750	0.740	0.750	
Massa volumica dei prodotti della combustione	ρ <sub>LV</sub>	0.875	0.936	0.863	0.923	kg/m <sup>3</sup>
Velocità dei prodotti della combustione	w <sub>mv</sub>	2.24	0.35	2.27	0.35	m/s
Numero di Reynolds	Re <sub>V</sub>	32 549	8 199	32 549	8 087	
Coefficiente di resistenza al flusso dovuta all'attrito per flusso idraulicamente irregolare	ψ <sub>V</sub>	0.030	0.037	0.030	0.037	
Coefficiente di resistenza al flusso dovuta all'attrito per flusso idraulicamente regolare	ψ <sub>liscioV</sub>	0.023	0.033	0.023	0.033	
Numero di Nusselt	Nu <sub>V</sub>	99.2	28.4	99.2	28.1	
Coefficiente interno di trasmissione del calore	a <sub>IV</sub>	8.93	2.37	8.93	2.34	W/(m <sup>2</sup> × K)
Coefficiente di trasmissione del calore	k <sub>V</sub>	2.69	1.47	1.59	1.06	W/(m <sup>2</sup> × K)
Coefficiente di raffreddamento	K <sub>V</sub>	0.17	0.55	0.10	0.40	
Temperatura dei prodotti della combustione all'ingresso del canale da fumo	T <sub>ev</sub>	68.0	46.0	68.0	46.0	°C
Temperatura media dei prodotti della combustione nel canale da fumo	T <sub>mv</sub>	63.9	38.9	65.5	40.6	°C
Temperatura dei prodotti della combustione all'uscita del canale da fumo	T <sub>ov</sub>	59.9	32.9	63.1	35.9	°C

Camino	Simbolo	A	B	C	D	U.M.
Viscosità dinamica del gas di combustione	$\eta_c$	17.74	16.52	17.88	16.66	N x s/m <sup>2</sup>
Coefficiente di conduttività termica del gas di combustione	$\lambda_c$	0.026	0.024	0.026	0.025	W/(m x K)
Capacità termica specifica del gas di combustione	$C_{pc}$	1 099.34	1 092.11	1 099.99	1 092.68	J/(kg x K)
Numero di Prandtl	$Pr_c$	0.750	0.750	0.760	0.730	
Massa volumica dei prodotti della combustione	$\rho_{lc}$	0.897	0.976	0.876	0.953	kg/m <sup>3</sup>
Velocità dei prodotti della combustione	$w_{mc}$	2.19	0.33	2.24	0.34	m/s
Numero di Reynolds	$Re_c$	33 210	8 862	32 950	8 584	
Coefficiente di resistenza al flusso dovuta all'attrito per flusso idraulicamente irregolare	$\psi_c$	0.030	0.036	0.030	0.037	
Coefficiente di resistenza al flusso dovuta all'attrito per flusso idraulicamente regolare	$\psi_{liscio c}$	0.023	0.032	0.023	0.032	
Numero di Nusselt	$Nu_c$	100.4	30.2	100.2	29.0	
Coefficiente interno di trasmissione del calore	$a_{ic}$	8.70	2.41	8.68	2.42	W/(m <sup>2</sup> x K)
Coefficiente di trasmissione del calore	$k_c$	2.95	1.57	1.77	1.16	W/(m <sup>2</sup> x K)
Coefficiente di raffreddamento	$K_c$	0.23	0.74	0.14	0.55	
Temperatura dei prodotti della combustione all'ingresso del camino	$T_{ec}$	59.9	32.9	63.1	35.9	°C
Temperatura media dei prodotti della combustione nel camino	$T_{mc}$	55.2	27.7	58.0	24.2	°C
Temperatura dei prodotti della combustione all'uscita del camino	$T_{oc}$	50.8	23.6	53.1	14.5	°C
Temperatura della parete interna allo sbocco del camino in equilibrio termico	$T_{iob}$	43.5	19.4	39.2	0.3	°C
Temperatura di condensazione	$T_{sp}$	52.7	52.2	52.3	51.9	°C
Pressioni generali	Simbolo	A	B	C	D	U.M.
Pressione differenziale del generatore di calore	$P_{wo}$	120.0	120.0	120.0	120.0	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	$P_{EV}$	6.5	0.2	6.7	0.2	Pa
Differenza di pressione causata da variazione di velocità dei prodotti della combustione nel canale da fumo	$P_{GV}$	0.0	0.0	0.0	0.0	Pa
Resistenza alla pressione del canale da fumo	$P_{RV}$	7.9	0.2	8.1	0.2	Pa

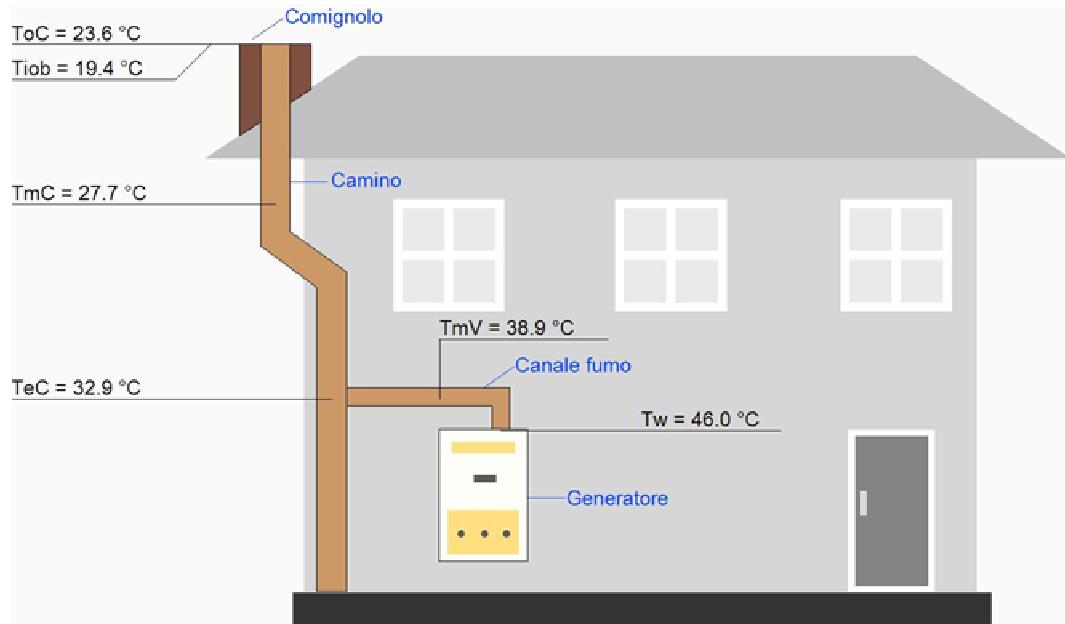
Tiraggio teorico disponibile per effetto camino del canale da fumo	$P_{HV}$	4.5	2.4	8.0	6.0	Pa
Resistenza effettiva alla pressione del canale da fumo	$P_{FV}$	3.4	-2.2	0.1	-5.8	Pa
Pressione differenziale massima all'entrata dei prodotti della combustione nel camino	$P_{Z0ev}$	112.6	118.2	115.9	121.8	Pa
Pressioni camino	Simbolo	A	B	C	D	U.M.
Resistenza alla pressione dovuta a resistenza di attrito e di forma del camino	$P_{EC}$	2.7	0.1	2.7	0.1	Pa
Differenza di pressione causata da variazione di velocità dei prodotti della combustione nel camino	$P_{GC}$	-0.1	0.0	0.0	0.0	Pa
Tiraggio teorico disponibile per effetto camino	$P_{HC}$	15.8	5.6	31.1	18.7	Pa
Resistenza alla pressione del camino	$P_{RC}$	3.1	0.1	3.2	0.1	Pa
Pressione positiva all'entrata dei prodotti della combustione nel camino	$P_{Z0C}$	-12.7	-5.5	-27.9	-18.6	Pa

## Riepilogo temperature

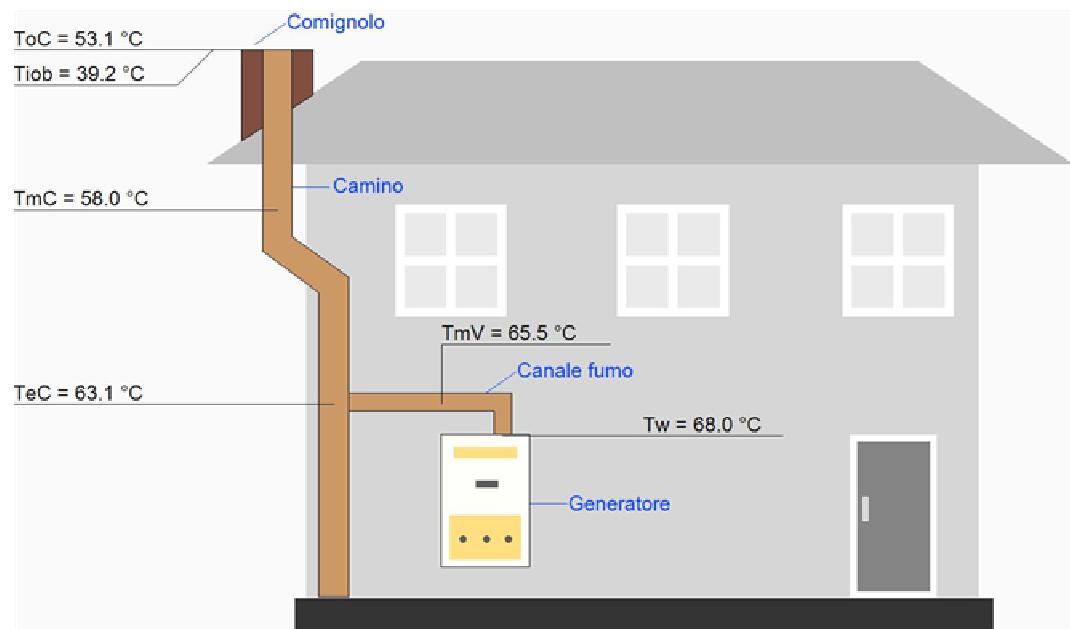
Temperature condizione A (Potenza nominale, Temperatura esterna massima)



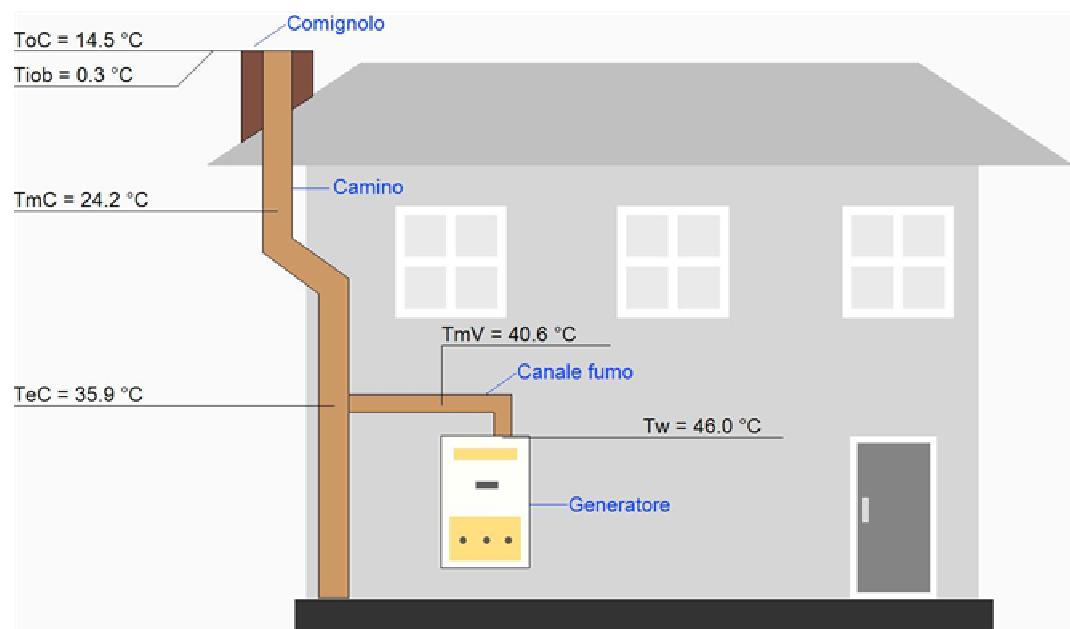
Temperature condizione B (Potenza minima, Temperatura esterna massima)



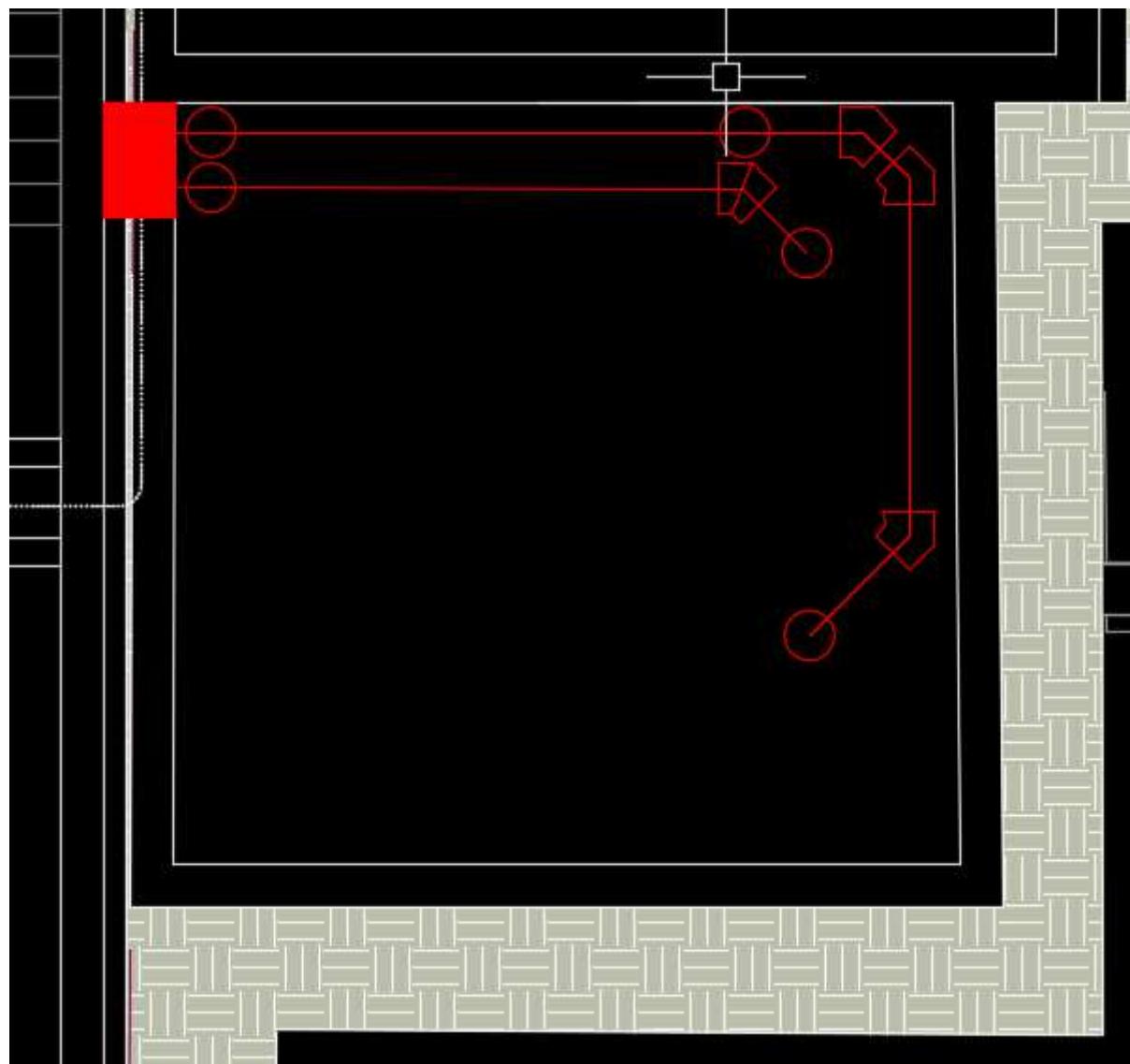
## Temperature condizione C (Potenza nominale, Temperatura esterna minima)



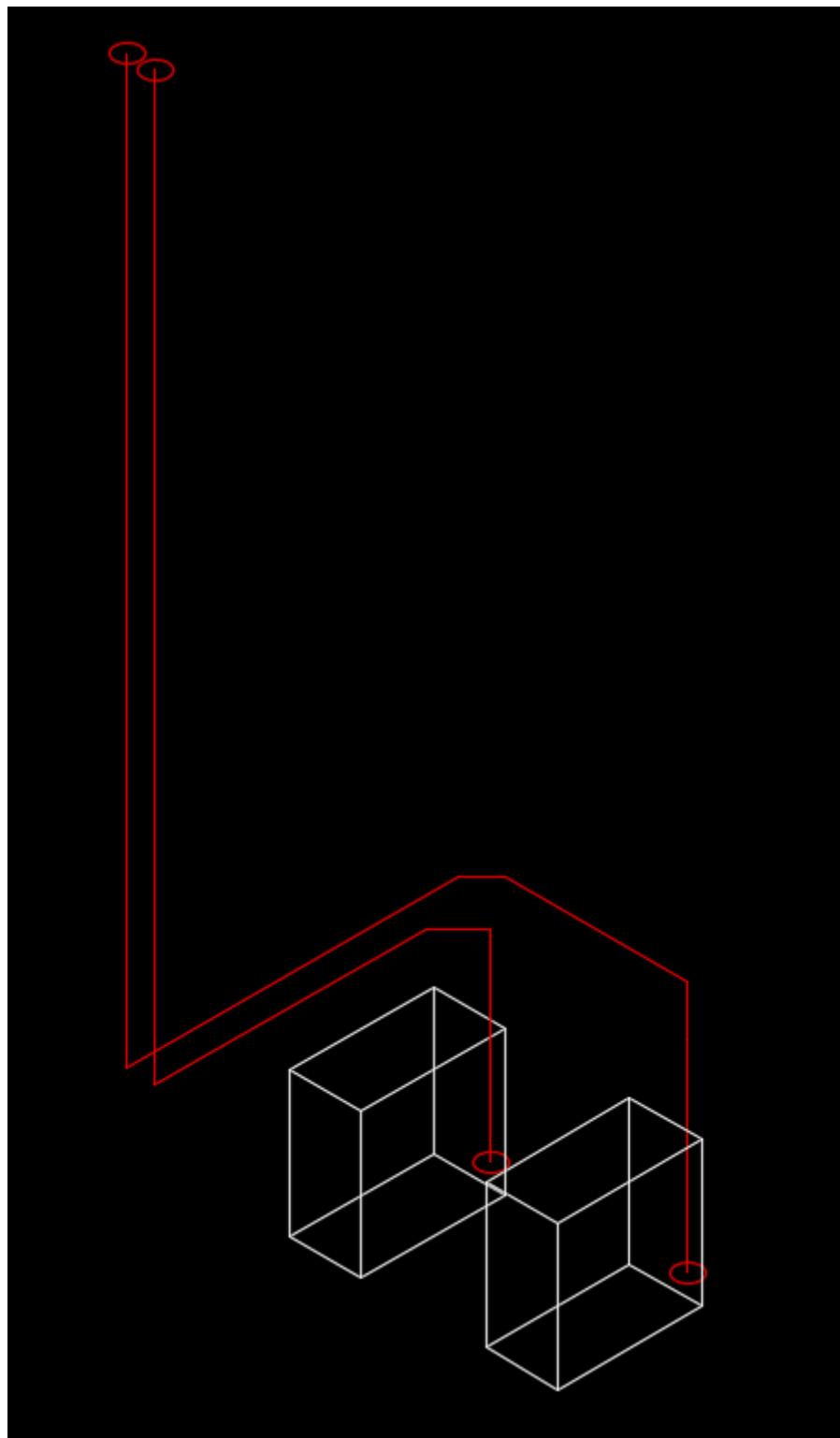
## Temperature condizione D (Potenza minima, Temperatura esterna minima)



**PIANTA SPOSTAMENTO CAMINI**



### VISTA 3D SPOSTAMENTO CAMINI



# INDICE

<b>DATI GENERALI.....</b>	<b>2</b>
Tecnico .....	2
Edificio .....	2
<b>PREMESSA.....</b>	<b>3</b>
Normativa di riferimento.....	3
<b>DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO.....</b>	<b>4</b>
Descrizione dell'intervento .....	4
Progettazione e dimensionamento di un camino singolo.....	4
Configurazione .....	4
Dati generali .....	4
Generatore .....	5
Canale da fumo.....	6
Elementi di resistenza al flusso.....	6
Strati del condotto (dall'interno verso l'esterno) .....	6
Camino.....	8
Strati del condotto (dall'interno verso l'esterno) .....	8
Comignolo .....	9
<b>RISULTATI DI CALCOLO.....</b>	<b>10</b>
Verifiche .....	10
Risultati .....	11
Condizioni di funzionamento .....	11
Riepilogo temperature .....	14
Temperature condizione A (Potenza nominale, Temperatura esterna massima).....	14
Temperature condizione B (Potenza minima, Temperatura esterna massima) .....	14
Temperature condizione C (Potenza nominale, Temperatura esterna minima).....	15
Temperature condizione D (Potenza minima, Temperatura esterna minima) .....	15
<b>INDICE .....</b>	<b>18</b>